№ 11—12. 1890. ІЮНЬ.

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ЖУРНАЛЪ ИЗДАВАЕМЫЙ VI ОТДѢЛОМЪ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.



## ОТЪ РЕДАКЦІИ.

Обращаемъ вниманіе лицъ, интересующихся военной и морской техникой, на слѣдующія статьи: Способы Маннесманна изготовленія металлическихъ трубъ; индикаторъ лейтенанта Фиска для артиллерійскихъ орудій; схизеофонъ капитана де-Пласа для распознаванія внутреннихъ пороковъ въ металлическихъ массахъ.

Хотя по истинѣ чудесный способъ Маннесманна не электрическій, а чисто механическій, но, приготовляемыя по этому способу трубы и вообще пустые внутри разнообразные металлическіе предметы могутъ имѣть большое употребленіе въ электротехникѣ. Наконецъ теперь, когда доказано, что для перемѣнныхъ токовъ слѣдуетъ употреблять не сплошные мѣдные провода, а трубчатые, процессъ Маннесманна получаетъ особое значеніе для электротехниковъ.

Статья члена VI Отдѣла Н. М. Озмидова, обработанная имъ по иностранному источнику, хотя и вполнѣ теоретическая, но имѣетъ чисто практическую цѣль, а потому имѣетъ полныя права на страницы нашего журнала.

Читатели могутъ замѣтить, что редакція пользуется всякимъ подходящимъ источникомъ, чтобы знакомить ихъ и пропагандировать идею объ электрическихъ трамваяхъ и объ электрическомъ освѣщеніи вагоновъ; нынѣ, несомнѣнно, это важнѣйшіе очередные вопросы по примѣненію электричества. Можно ожидать, что въ недалекомъ будущемъ большинство городскихъ и пригородныхъ желѣзныхъ дорогъ перейдутъ къ электро-движенію; почти то же самое можно предвидѣть и по вопросу освѣщенія пассажирскихъ поѣздовъ, особенно на линіяхъ имѣющихъ большое движеніе и— такихъ, которыя, параллельно съ электрическимъ освѣщеніемъ вагоновъ, примѣняютъ таковое и на главнѣйшихъ большихъ станціяхъ.

Обращаемъ особое вниманіе лицъ, устраивающихъ электрическое освѣщеніе въ жилыхъ помѣщеніяхъ, на весьма интересныя задачи члена VI Отдѣла Ч. К. Скржинскаго.

## СОБРАНІЕ ЧЛЕНОВЪ VI ОТДѢЛА

*И. Р. Т. Общества 11-го мая 1890 г.*

Послѣ чтенія протокола прошлаго собранія и утвержденія его, было прочитано и одобрено прилагаемое ниже предварительное предположеніе объ учрежденіи историческаго электро-техническаго музея.

В. Н. Чиколевъ прочелъ свѣдѣнія о состояніи прихода и расхода по журналу «Электричество» по 18-е апрѣля. Изъ этого отчета видно, что приходъ поступаетъ въ достаточной мѣрѣ успѣшно и согласно съ предварительной смѣтой редакціи; только сборъ по подпискѣ еще далекъ до предположенной цифры, но редакція, въ виду улучшенія журнала и постояннаго прибавленія числа подписчиковъ, не сомнѣвается, что до конца года и по этой статьѣ не окажется дефицита.

Расходъ, представляя превышеніе по нѣкоторымъ пунктамъ, конечно, не противъ годовой смѣтной суммы, а по разсчету выпуска восьми нумеровъ журнала, въ то же время, представляетъ приблизительно равныя сбереженія по другимъ пунктамъ.

Ф. Л. Крестенъ, отказываясь отъ завѣдыванія электрическимъ освѣщеніемъ въ Обществѣ, вслѣдствіе занятія имъ мѣста Директора-распорядителя въ «Обществѣ Электрическаго Освѣщенія», представилъ денежный и техническій отчеты объ эксплуатаціи электрическаго освѣщенія за текущій сезонъ. Изъ перваго отчета видно, что Общество получило по этому предмету около 900 рублей чистаго дохода, которые должны идти на погашеніе долга за установку электрическаго освѣщенія. Весьма интересный техническій отчетъ помѣщенъ ниже вполнѣ.

По предложенію Предсѣдателя, собраніе благодарило гг. Крестена и Чиколева, по поводу представленныхъ ими отчетовъ.

Былъ прочтенъ проектъ В. Н. Чиколева будущей организаціи электрической установки при Обществѣ, по которому предполагается: совершенно замѣнить газовое освѣщеніе въ помѣщеніяхъ Общества—электрическимъ; устроить спеціальное электрическое освѣщеніе и другія приспособленія для пользованія электричествомъ при техническихъ бесѣдахъ и лекціяхъ; при пользованіи Обществомъ и снабженіи электрическимъ освѣщеніемъ за плату (выставокъ и т. п., чтеній и лекцій въ Педагогическомъ музеѣ), ввести учетъ расхода электрическаго тока помощью счетчиковъ электричества и регистрирующихъ приборовъ; собирать попутно электрическія данныя по дѣйствію такихъ приборовъ и другихъ, напр. аккумуляторовъ; организовать изготовленіе геліогравюрныхъ клише для журнала «Электричество».

Для того, чтобы предупредить возраженія по поводу неосуществимости этого проекта, вслѣдствіе потребности въ

значительныхъ денежныхъ затратахъ, В. Н. Чиколевъ, въ письмѣ на имя Предсѣдателя, приложенномъ къ проекту, выражаетъ полную увѣренность, что большинство требуемыхъ приборовъ и батареи аккумуляторовъ, можно будетъ получить въ безвозмездное пользованіе Общества подобно тому, какъ теперь Общество пользуется безвозмездно динамомашиной и дифференціальными лампами, предоставленными Обществу коммерческими фирмами.

Проектъ В. Н. Чиколева былъ одобренъ Отдѣломъ.

Затѣмъ было приступлено къ избранію завѣдывающаго электрическимъ освѣщеніемъ въ Обществѣ на мѣсто г. Крестена; изъ двухъ кандидатовъ: М. М. Дешевова и В. Н. Чиколева, избранъ первый большинствомъ 4-хъ голосовъ.

Затѣмъ, послѣ заявленія Н. П. Булыгина, касающагося частнаго дѣла по отношенію къ одному изъ членовъ VI Отдѣла, собраніе было закрыто.

## Предварительныя предположенія объ учрежденіи при VI-мъ Отдѣлѣ И. Р. Т. О—ва историческаго электротехническаго музея.

Въ засѣданіи гг. непремѣнныхъ членовъ VI-го Отдѣла И. Р. Т. О—ва 8 декабря 1889 года прочитано было предложеніе члена отдѣла А. М. Имшенецкаго *) объ учрежденіи, при VI-мъ Отдѣлѣ И. Р. Т. О—ва, историческаго электротехническаго музея для помѣщенія въ немъ разныхъ приборовъ, машинъ и приспособленій, относящихся къ электротехникѣ, а главнымъ образомъ—такихъ приборовъ, изобрѣтеніе которыхъ и примѣненіе къ практикѣ было сдѣлано впервые въ Россіи и русскими техниками; при этомъ музеѣ можно было бы впослѣдствіи устроить и опытную электротехническую станцію, въ которой такъ давно нуждается VI-й отдѣлъ.

По обсужденіи такого предложенія, гг. непремѣнные члены единогласно признали крайне полезнымъ учрежденіе такого музея, причемъ М. М. Дешевовъ обратилъ вниманіе на то, что въ музеѣ И. Р. Т. О—ва имѣется уже собраніе разныхъ гальванопластическихъ приборовъ и историческая коллекція по гальванопластическому осажденію желѣза, и что историческій электротехническій музей могъ бы составить одно изъ отдѣленій нынѣ существующаго музея И. Р. Т. О—ва. Гг. Д. А. Лачиновъ и Ф. Л. Крестенъ добавили къ этому, что смотритель электротехническаго музея могъ бы быть въ то же время смотрителемъ электротехнической станціи и завѣдывающимъ электрическимъ освѣщеніемъ въ помѣщеніи общества, а Н. П. Булыгинъ предложилъ, въ случаѣ учрежденія этого музея, пожертвовать для помѣщенія въ немъ историческую коллекцію лампъ каленія и нѣкоторые аппараты, служившіе для изготовленія такихъ лампъ.

Такимъ образомъ, при первой мысли объ основаніи историческаго электротехническаго музея были намѣчены и предложены крайне важные историческіе памятники въ ряду электротехническихъ изобрѣтеній, а именно: по гальванопластикѣ и электрическому освѣщенію. Нѣтъ сомнѣнія, что осуществленіе идеи основанія электротехническаго музея будетъ встрѣчено сочувственно не только электротехниками, но и всѣми, кто дорожитъ сохраненіемъ памяти о заслугахъ русскихъ электротехниковъ.

Для разработки предварительнаго проекта объ основаніи музея гг. непремѣнные члены выбрали изъ своей среды коммиссію изъ гг. М. М. Дешевова, Ф. Л. Крестена и Я. И. Ковальскаго, причемъ постановили просить принять участіе въ этой коммиссіи и А. М. Имшенецкаго.

По всестороннемъ обсужденіи этого вопроса, члены коммиссіи пришли къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Принявъ во вниманіе, что на первое время число предметовъ предполагаемаго историческаго электротехническаго музея будетъ не особенно велико, коммиссія полагаетъ, что предметы эти могутъ быть помѣщаемы, въ началѣ, въ музеѣ И. Р. Т. О—ва, безъ всякаго ущерба для хранящихся тамъ коллекцій. Это представляетъ удобство, во-первыхъ, въ томъ отношеніи, что не вызоветъ никакихъ расходовъ на устройство помѣщенія и содержаніе особаго персонала, а во-вторыхъ, доставитъ возможность публикѣ, при обозрѣніи коллекцій техническаго музея, обозрѣвать и коллекціи историческаго электротехническаго музея.

2) Затѣмъ, когда число предметовъ электротехническаго музея увеличится настолько, что станетъ стѣснять коллекціи техническаго музея, тогда можно будетъ приступить къ устройству отдѣльнаго историческаго электротехническаго музея съ электротехнической станціей при немъ; для этой цѣли можно было бы отвести помѣщеніе, предназначенное для устройства электротехнической станціи, и до сихъ поръ остающееся свободнымъ. Если бы отводъ этого помѣщенія для устройства электротехническаго музея почему-либо оказался бы невозможнымъ, то къ тому времени можно было бы озаботиться пріисканіемъ средствъ для устройства особаго помѣщенія. Коммиссія надѣется, что разъ только будетъ объявлено объ учрежденіи историческаго электротехническаго музея, то найдутся лица, которыя пожелаютъ оказать поддержку этому учрежденію денежными пожертвованіями.

3) Въ виду этого коммиссія полагала бы необходимымъ ходатайствовать передъ Совѣтомъ И. Р. Т. О—ва: во-первыхъ, о разрѣшеніи устроить при VI-мъ Отдѣлѣ И. Р. Т. О—ва историческій электротехническій музей на вышеизложенныхъ основаніяхъ и, во-вторыхъ, ходатайствовать передъ Совѣтомъ Общества о разрѣшеніи напечатать отъ имени VI-го Отд. въ журн. «Электричество» заявленіе объ учрежденіи историческаго электротехническаго музея съ приглашеніемъ оказать поддержку этому учрежденію пожертвованіемъ приборовъ, книгъ, брошюръ и пр., а также и денежныхъ средствъ для устройства какъ самаго музея, такъ и электротехнической станціи при немъ.

4) Кромѣ того, коммиссія полагала бы полезнымъ просить Совѣтъ Общества разрѣшить VI-му Отдѣлу обратиться чрезъ своего Предсѣдателя къ различнымъ учрежденіямъ и лицамъ, занимающимся электротехникой, съ просьбой о пожертвованіяхъ.

5) Что касается самаго характера предметовъ для электротехническаго музея, то коммиссія полагала бы полезнымъ собирать предметы только такіе, которые являются результатомъ дѣятельности *только русскихъ электротехниковъ*, не ограничивая времени появленія этихъ предметовъ, т. е. какъ тѣ предметы, которые появились, начиная 1870 года (т. е. со времени начала наиболѣе быстраго развитія электротехники), такъ и предметы, появившіеся раньше этого времени.

6) Одновременно съ пріемомъ пожертвованій для историческаго электротехническаго музея начать пріемъ пожертвованій и для электротехнической станціи, при чемъ, въ этомъ случаѣ, не ограничиваться предметами русскаго производства, но и заграничными, если они, по своимъ качествамъ, окажутся необходимыми и пригодными для работъ на станціи (таковы, напр., электроизмѣрительные приборы).

7) Коммиссія считаетъ нужнымъ обратить вниманіе на то, что предполагаемая электротехническая станція будетъ играть не только роль лабораторіи для опытныхъ изслѣдованій вообще по электротехникѣ, но и для производства экспертизы, какъ на выставкахъ, устраиваемыхъ при И. Р. Т. О—вѣ, такъ и на другихъ выставкахъ въ случаѣ назначенія экспертовъ отъ И. Р. Т. О—ва. Въ настоящее же время, при отсутствіи такой лабораторіи, члены VI-го Отд. совершенно лишены возможности производить экспертизу предметовъ по электротехникѣ такъ, какъ того требуетъ сущность дѣла.

8) Хотя сборъ пожертвованій для электротехнической станціи долженъ быть начатъ одновременно съ началомъ сбора пожертвованій для музея, тѣмъ не менѣе сама станція откроется лишь тогда, когда соберется достаточное количество приборовъ и средствъ, необходимыхъ для начала работъ.

9) Кромѣ вышеуказанныхъ пожертвованій какъ предметами, такъ и деньгами, быть можетъ, и VI-й Отдѣлъ найдетъ возможнымъ удѣлять часть средствъ изъ собственныхъ суммъ, если онѣ будутъ оставаться отъ изданія журнала «Электричество».

10) Пріемъ пожертвованій можетъ производиться канцеляріей И. Р. Т. О—ва, или же тѣмъ лицомъ, которое

*) Помѣщено ниже.

будетъ завѣдывать музеемъ; при этомъ, однако же, всѣ приборы, машины и пр. будутъ считаться принятыми только послѣ осмотра ихъ непремѣнными членами VI-го Отд. и послѣ признанія ихъ полезными для музея или для станціи; тѣ же приборы и другіе предметы, которые будутъ признаны безполезными, возвращаются жертвователямъ обратно.

11) Для систематическаго собиранія и пополненія коллекцій могутъ быть, въ случаѣ надобности, избраны изъ числа членовъ VI Отд., въ помощь завѣдующему музеемъ, три лица, которыя будутъ помогать приводить въ порядокъ и размѣщать предметы, принятые для музея или станціи. Эти же лица могутъ вносить въ отдѣлъ свои соображенія относительно дальнѣйшаго развитія музея и станціи.

12) При музеѣ, равно какъ и при станціи, должна находиться особая книга для записыванія поступающихъ приборовъ и для замѣтокъ относительно времени устройства, имени изобрѣтателя и пр.— словомъ, все то, что можетъ имѣть историческое значеніе. Въ виду этого, при пріемѣ пожертвованій, необходимо просить жертвователя сообщать всѣ данныя, какія ему извѣстны относительно жертвуемаго предмета.

13) Кромѣ того, при музеѣ должно быть отдѣленіе для сохраненія рукописей, могущихъ имѣть историческое значеніе.

14) Правила относительно занятій на станціи будутъ выработаны впослѣдствіи въ зависимости отъ того, какой характеръ и какіе размѣры получитъ эта станція; въ настоящее время достаточно высказать пожеланіе, чтобы къ занятіямъ на этой станціи были допускаемы не только члены VI-го Отд., но и посторонніе лица, съ разрѣшенія отдѣла, если помѣщеніе будетъ достаточно удобно для этого

---

Примѣчаніе. А. М. Имшенецкій заявилъ членамъ коммиссіи, что онъ жертвуетъ для музея первый экземпляръ изобрѣтенной имъ батареи.

---

## Письмо ч. VI Отд. А. М. Имшенецкаго.

Безполезно перечислять заслуги русскихъ изобрѣтателей въ области электричества. Большинство примѣненій этой могучей силы, получившихъ такое важное значеніе въ нашей жизни, обязаны инициативѣ и, трудамъ русскихъ людей. Заслуги и имена ихъ у насъ у всѣхъ въ памяти, потому что они наши современники и или живутъ среди насъ, или же только что сошли со сцены; но пройдетъ нѣсколько десятковъ лѣтъ, наука и практика электричества сдѣлаютъ громадные шаги впередъ и труды первыхъ работниковъ, намѣтившихъ пути для своихъ преемниковъ, поблѣднѣютъ передъ работами послѣднихъ, а можетъ быть и совсѣмъ позабудутся.

Чтобы не допустить до этого и сохранить среди русскихъ электротехниковъ память о трудахъ ихъ соотечественниковъ, было бы весьма желательно учредить при VI Отдѣлѣ Имп. Русск. Техн. Общ. электрическій музей. Средства для этого потребуются самыя незначительныя, такъ какъ онъ будетъ составляться исключительно изъ пожертвованій, въ послѣднихъ же недостатка, надо надѣяться, не будетъ, потому что всякій изобрѣтатель или ученый, разработавшій какой-нибудь вопросъ, безъ сомнѣнія, согласится передать приборъ, надъ которымъ онъ работалъ, въ музей, тѣмъ болѣе, что первый экземпляръ всякаго новаго изобрѣтенія обыкновенно не примѣняется къ дѣлу и очень часто уничтожается за ненадобностью. Начало музею можетъ быть положено приборами барона Шиллинга и Якоби, потому что, вѣроятно, нынѣшніе владѣльцы ихъ, какъ частныя лица, такъ и правительственныя учрежденія, согласятся передать ихъ въ музей, какъ въ учрежденіе, задавшееся именно тою цѣлью, которую они преслѣдуютъ, сохраняя эти предметы.

Очень возможно, что теперь еще удастся собрать коллекціи приборовъ, надъ которыми работали русскіе изобрѣтатели и ученые, начиная, напр., съ Яблочкова; черезъ нѣсколько лѣтъ навѣрное уже будетъ поздно.

Желательно было бы, въ случаѣ основанія музея, съ самаго начала приступить къ составленію систематическаго каталога.

Основаніе музея можетъ содѣйствовать также разрѣшенію вопроса, уже давно занимающаго русскихъ электротехниковъ. Я говорю объ устройствѣ при VI Отдѣлѣ опытной электрической станціи.

Можетъ быть, Техническое Общество найдетъ возможнымъ и исходатайствуетъ разрѣшеніе объявить подписку на сборъ пожертвованій для устройства электрическаго музея и при немъ опытной станціи. Подобная подписка можетъ имѣть успѣхъ и не будетъ содержать въ себѣ ничего предосудительнаго, такъ какъ она будетъ приглашать русское общество сдѣлать взносъ не изъ мотивовъ благотворительности, а изъ тѣхъ же самыхъ побужденій, которыя заставляютъ его нести пожертвованія на памятники общественнымъ дѣятелямъ. Расходованіе же денегъ, собранныхъ по подпискѣ, на устройство и содержаніе опытной станціи, явится вполнѣ производительною затратой русскаго общества, такъ какъ расходъ этотъ сторицей будетъ возвращенъ въ формѣ новыхъ изобрѣтеній, многія изъ которыхъ, безъ опытной станціи, могутъ погибнуть въ зародышѣ или направиться по ложному пути.

Остается вопросъ только о помѣщеніи для музея, но онъ можетъ быть разрѣшенъ только Совѣтомъ Общества, а потому я его и не касаюсь.

24 ноября 1889 г. *А. Имшенецкій.*

---

## Техническій отчетъ

по электрическому освѣщенію въ И. Р. Техническомъ Обществѣ, за 1889—90 г.

| ПРЕДМЕТЫ РАСХОДОВЪ. | Общая сумма. | | На 1 электрич. силу. | На 1 механическ. силу. |
|---|---|---|---|---|
| | Руб. | Коп. | Коп. | Коп. |
| **Общіе расходы.** | | | | |
| а) На дѣйствіе газоваго двигателя для производства работы въ 3.203 электрическихъ лошадей-часовъ или 4.270 паровыхъ лошадей-часовъ, принимая, что электрическая работа у борновъ динамо-машины составляетъ всего 75°/o механической работы двигателя: | | | | |
| Свѣтильнаго газа 188.620 куб. ф., по 1 р. 60 к. за 1.000.. | 301 | 79 | 9,42 | 7,07 |
| Воды для охлажденія цилиндровъ по $2^1/_4$ ведра на 30 куб. ф. сгорѣвшаго газа 14.145 вед., по 7 коп. за 100 в........ | 9 | 90 | 0,30 | 0,23 |
| Смазочные матеріалы и ветошь.............. | 42 | — | 1,31 | 0,98 |
| Ремонтъ двигателя, разборка и чистка цилиндровъ и починка ремней.............. | 23 | — | 0,71 | 0,45 |
| Жалованье машинисту..... | 105 | — | 3,28 | 2,50 |
| Итого.... | 481 | 69 | 15,02 | 11,22 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| б) На дѣйствіе динамо-машины для полученія 3.203 электрическихъ лошадей-часовъ у борновъ машины: | | | | |
| Смазочное деревянное масло.. | 19 | 50 | 0,61 | — |
| Ремонтъ динамо-машины, замѣна щетокъ и фитилей для масленокъ. ............... | 9 | — | 0,28 | — |
| Жалованье надсмотрщику.... | 100 | — | 3,12 | — |
| Итого.... | 128 | 50 | 4,01 | — |
| Всего.... | 610 | 19 | 19,03 | — |

| | Общая сумма. | | На лампу-часъ въ 16 свѣч. |
|---|---|---|---|
| | Руб. | Коп. | Копѣйки. |
| Распредѣляя общіе расходы въ 610 р. 19 к. между различными источниками свѣта пропорціонально потребленію ими энергіи, получимъ:<br>на лампы каленія . . 55,45%=338 р. 35 к.<br>на дуговыя лампы. . . 43,93%=268 06<br>на токъ для опытовъ . . 0,62%= 3 78<br>Итого. — 610 19 | | | |
| **Расходы на дѣйствіе лампъ каленія.** | | | |
| Дѣйствительное число лампъ-часовъ=20.047. | | | |
| Число лампъ-часовъ привед. къ 16 свѣч.=23.852. | | | |
| Изъ общихъ расходовъ..... | 338 | 25 | 1,418 |
| 23 перегорѣвшихъ лампъ, по 2 руб. за шт. ............ | 46 | — | 0,193 |
| Замѣна битыхъ тюльпановъ. | 2 | 40 | 0,010 |
| Потѣря стоимости установленныхъ лампъ каленія, принимая стойкость каждой лампы въ 800 час. и цѣна ихъ въ 2 р. $\frac{20047}{600} \times 2$ р. ....... | 50 | 12 | 0,210 |
| Итого... | 436 | 87 | 1,831 |
| Расходы на дѣйствіе дуговыхъ лампъ. | | | на 1 лампу въ 9 амперъ. |
| Число лампъ-часовъ=1956*). | | | |
| Изъ общихъ расходовъ..... | 268 | 06 | 13,70 |
| Свѣтовыхъ углей Сименса. | | | |
| За 181' въ 200 × 18 мм. по 40 к. за футъ ...... | 72 | 40 | 5,18 |
| За 181' въ 200 × 11 мм. по 16 к. за футъ ....... | 28 | 96 | |
| Итого..... | 369 | 42 | 18,88 |
| Расходы на токъ для производства опытовъ. | | | на 1 амперъ часъ. |
| Число амперовъ-часовъ=186 при 107 вольтахъ. | | | |
| Изъ общихъ расходовъ..... | 3 | 72 | 2,03 |

*) Въ этомъ числѣ, 197 лампъ-часовъ дѣйствовали съ реостатомъ, въ которомъ были поглощены 96894 джоулей (вольтъ-кулоновъ).

Къ вышеприведеннымъ даннымъ можно добавить слѣдующее:

Газовый двигатель въ 12 номинальныхъ силъ работалъ всего въ продолженіи 489 часовъ, такъ что средняя производимая имъ работа въ секунду составляла только $\frac{4270}{489} = 8,73$ паровыхъ лошадей или 0,727 его номинальной работы. При этихъ условіяхъ расходъ газа на 1 механическую силу составилъ 44 куб. фута въ часъ.

Въ настоящемъ отчетѣ не приняты въ разсчетъ разные накладные расходы, какъ-то: наемъ помѣщенія, проценты на затраченный капиталъ и на погашеніе его и высшій техническій надзоръ.

Завѣдывающій освѣщеніемъ **Ф. Крестенъ**.

---

# Распредѣленіе тока въ сѣти электрическихъ проводовъ.

## Способъ сѣченій.

Правильное дѣйствіе электрическихъ установокъ зависитъ, главнымъ образомъ, отъ выполненія двухъ условій:

1) Правильнаго устройства машинной части съ производителями электрическаго тока включительно и 2) правильнаго размѣра частей сѣти проводовъ, основаннаго на требованіи возможно малаго измѣненія потенціала въ каждомъ мѣстѣ отвѣтвленія тока, при измѣненіи въ нагрузкѣ отдѣльныхъ частей сѣти.

Законъ Ома $I = \frac{E}{R}$ и $R = \frac{l}{cf}$

[причемъ: $I$—сила тока (амперы); $E$—разность потенціаловъ (вольты); $R$—сопротивленіе провода (омы); $l$—его длина; $f$—поперечное сѣченіе и $c$—проводимость матеріала] даютъ возможность точно разсчитать сѣть; но разсчетъ, основанный на этихъ точныхъ формулахъ, очень сложенъ, даже, при сравнительно простомъ видѣ сѣти.

Положимъ, что намъ, напримѣръ, дана сѣть простѣйшаго вида, фиг. 1: $A$ и $A'$—борны машины, либо трансформатора; $AO$ и $A'O'$—проводы

туда и обратно; $a_0$, $a_1$, $a_2$, и т. д. сопротивленія отдѣльныхъ, расположенныхъ параллельно аппаратовъ, расходующихъ токъ (дуговыхъ и калильныхъ лампъ, электро-двигателей и т. п.); $r_0$, $r_1$, $r_2$ и т. д. сопротивленіе частей проводовъ—туда и обратно, такъ: $r_0$—сопротивленія проводовъ 10 и 1′0′ и т. д.

Сперва, чтобы опредѣлить силу всего потребнаго тока $I$, при данномъ $E$, необходимо вычислить сопротивленіе данной системы между борнами $A$ и $A'$. Подвигаясь постепенно отъ дальнѣйшей точки цѣпи $a_0$ къ борнамъ, получимъ: въ цѣпи $1a_0\,1'$—сопротивленіе $a_0+r_0$; въ точкахъ 1 и 1′, сходятся параллельно двѣ цѣпи $a_1$ и $1a_0\,1'$; сопротивленіе ихъ отдѣльно—$a_1$ и $a_0+r_0$, а вмѣстѣ $\frac{1}{\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_0+r_0}}$; въ точкѣ 22′ прибавляется къ предыдущему отъ 12 и 1′2′—$r_1$, такъ что для 2 ($a_0$ $a_1$) 2′ сопротивленіе выразится $r_1+\frac{1}{\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_0+r_0}}$; кромѣ того въ 22′ отвѣтвляется параллельно $a_2$, такъ что сопротивленіе для $a_0$, $a_1$, и $a_2$ между точками 2 и 2′ будетъ:

$$\frac{1}{\frac{1}{a_2}+\frac{1}{r_1+\frac{1}{\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_0+r_0}}}} \text{ и т. д.}$$

Наконецъ, у борновъ получимъ для всей цѣпи сопротивленіе:

$$R=\cfrac{1}{\left(\frac{1}{a_3}\right)+\cfrac{1}{r_3+\cfrac{1}{\left(\frac{1}{a_2}\right)+\cfrac{1}{r_2+\cfrac{1}{\left(\frac{1}{a_1}\right)+\cfrac{1}{r_1+\cfrac{1}{\left(\frac{1}{a_0}\right)+\frac{1}{r_0}}}}}}}}$$

— непрерывную дробь, величину которой можно изобразить частнымъ двухъ опредѣлителей—выраженіе, къ которому привели также и уравненія Кирхгофа.

Разсчетъ этимъ способомъ привелъ, уже и въ данномъ простѣйшемъ случаѣ, къ весьма сложному результату; не менѣе сложны и выраженія для силы тока въ $a_0$, $a_1$, $a_2$...., $r_0$, $r_1$, $r_2$...., такъ что разсчетъ проводовъ подобнымъ способомъ, въ болѣе сложныхъ случаяхъ въ практикѣ, чрезвычайно затруднителенъ.

И дѣйствительно, на практикѣ, при разсчетѣ проводовъ, употребляется сокращенный, приблизительный способъ, основанный на слѣдующемъ упрощеніи:

При параллельномъ отвѣтвленіи лампъ и т. п. потери вольтовъ въ цѣпи отъ борновъ машины до ближайшихъ, и до самыхъ отдаленныхъ лампъ разнятся обыкновенно на незначительный процентъ числа вольтовъ у борновъ; того требуетъ, во-первыхъ, возможно большая ровность горѣнія близкихъ и отдаленныхъ отъ машины лампъ и, во-вторыхъ, возможно меньшее измѣненіе въ силѣ свѣта горящихъ лампъ одной части, при измѣненіяхъ нагрузки цѣпи въ другихъ ея частяхъ. Въ виду незначительности колебанія вольтовъ въ отдѣльныхъ точкахъ расхода тока, мы пренебрегаемъ этими колебаніями, т. е. признаемъ потенціалы всѣхъ этихъ точекъ *одинаковыми* и *постоянными* и такимъ образомъ получаемъ возможность замѣнить сопротивленіе—силою тока—величиною обратно пропорціональною первой.

Разсмотримъ теперь, по этому приблизительному способу, случай, разобранный выше (фиг. 1).

Ради упрощенія дальнѣйшихъ фигуръ, будемъ изображать оба провода цѣпи только одной линіей, что не помѣшаетъ ясности въ виду того, что въ большинствѣ случаевъ оба провода получаютъ одинаковые размѣры. (Если обратный проводъ иного вида, то долженъ быть особо изслѣдованъ).

И такъ, обозначимъ въ фиг. 2 (аналогичной съ фиг. 1) чрезъ:

$i_1$, $i_2$, $i_3$.... силу расходуемаго тока въ отдѣльныхъ точкахъ,
$I_1$, $I_2$, $I_3$.... сумму токовъ въ отдѣльныхъ частяхъ цѣпи,
$r_1$, $r_2$, $r_3$.... сопротивленіе этихъ частей цѣпи,
$R_1$, $R_2$, $R_3$.... сумму сопротивленій, считая отъ борновъ $A$.

Вся потеря вольтовъ въ проводахъ отъ $A$ до $i_4$ состоитъ изъ суммы отдѣльныхъ потерь, т. е. $V=I_1\,r_1+I_2\,r_2....=\Sigma\,(Ir)$.

Замѣняя въ этомъ выраженіи величины $I$ ихъ составными частями, именно: $I_1=i_1+i_2+i_3+i_4$
$I_2=i_2+i_3+i_4$
$I_3=i_3+i_4$
$I_4=i_4$ получимъ:

$$V=(i_1\,r_1+i_2\,r_1+i_3\,r_1+i_4\,r_1)+(i_2\,r_2+i_3\,r_2+i_4\,r_2)+(i_3r_3+i_4\,r_3)+(i_4\,r_4)=i_1\,r_1+(i_2\,r_1+i_2\,r_2)+(i_3\,r_1+i_3\,r_2+i_3\,r_3)+(i_4\,r_1+i_4\,r_2+i_4\,r_3+i_4\,r_4)=iR_1+i_2\,R_2+i_3\,R_3+i_4\,R_4=\Sigma(iR)$$

и такъ $V=\Sigma\,(Ir)=\Sigma\,(iR)$, т. е. чтобъ получить величину потерь вольтовъ въ цѣпи, нужно образовать произведенія изъ силы тока, расходуемаго въ отдѣльныхъ точкахъ, на сопротивленіе провода между каждой такой точкой и источникомъ тока, и всѣ эти произведенія сложить.

То же можно выразить еще въ формѣ:

$V=\Sigma\,(Ir)=\Sigma\,(iR)=(\Sigma\,i).\,\rho=I\rho$, т. е.

потеря въ проводахъ равна току, получаемому отъ источника, умноженному на среднее сопротивленіе $\rho=\frac{\Sigma\,(iR)}{\Sigma i}$.

Если проводъ во всю свою длину одинаковаго сѣченія, то сопротивленія $R$ пропорціональны длинѣ провода, а среднее сопротивленіе $\rho$ соотвѣтствуетъ разстоянію отъ источника $A$—точки, которую можно назвать центромъ тяжести системы. Въ «Zeitschrift für Elektrotechnik» за 1887 годъ, помѣщена статья C. Hohenegg'а—«Ueber Berechnung elektrischer Glühlampenleitungen», въ которой разобранъ подробно графически этотъ частный случай.

Цѣпь, представленная на фигурѣ 2-й, имѣетъ общее значеніе, такъ: $A$ можетъ быть какъ бор-

номъ машины, такъ отвѣтвленіемъ отъ другаго главнаго провода, а также: $i_1$, $i_2$ и т. д. могутъ означать собой, какъ отдѣльныя лампы, либо группы лампъ, такъ равно и болѣе крупныя отвѣтвленія цѣпи. Подобнаго рода цѣпь можетъ быть названа открытою и разсчетъ такой цѣпи не представляетъ, по вышеизложенному, никакихъ осложненій.

Дальнѣйшія фигуры № 3, 5, 6 и т. д. представляютъ собой замкнутыя цѣпи. Простѣйшій видъ замкнутаго провода представленъ на фигурѣ 3; въ концевой проводъ поступаетъ токъ $I$ въ точкѣ $A$ и расходуется въ точкахъ 1, 2...5 въ размѣрѣ $i_1$, $i_2 \ldots i_5$. Непосредственно можно сказать, что $I=i_1+i_2...+i_5$ и что токъ $I$, поступая въ точкѣ $A$ въ кольцо, дѣлится на двѣ части, расходясь вправо и влѣво по кольцу къ точкамъ $i_1$, $i_5$... и т. д. Въ какой нибудь опредѣленной точкѣ, положимъ въ $i_3$, токъ будетъ притекать съ обѣихъ сторонъ и питать вмѣстѣ отвѣтвленіе $i_3$; если часть тока, прибывающую слѣва, назовемъ $x$, то часть тока справа будетъ $i_3-x$; въ этомъ случаѣ можемъ разрѣзать кольцевой проводъ въ точкѣ 3, не нарушая равновѣсія, и получимъ два открытыхъ провода — вправо 5, 4, $i_3-x$ и влѣво: 1, 2, $x$; разсчетъ этихъ проводовъ изложенъ выше. Вся суть состоитъ только въ томъ, чтобы найти то мѣсто сѣченія, въ которомъ не нарушаются условія, существующія при замкнутомъ проводѣ.

Инженеры И. Герцогъ и Л. Штаркъ, электротехники въ Будапештѣ, разработали и пользуются для разсчета замкнутыхъ проводовъ способомъ, названнымъ ими *способомъ сѣченій*; задача этого способа и состоитъ въ томъ, чтобы: 1) разъискать въ замкнутой сѣти проводовъ всѣ тѣ точки, въ которыхъ разрѣзъ проводовъ не измѣняетъ первоначальныхъ условій, и 2) разложить такимъ образомъ сѣть на отдѣльныя, открытыя цѣпи, разсчетъ которыхъ сравнительно простъ.

Ознакомившись уже съ нѣкотораго времени съ практичностью этого способа, я, благодаря согласію авторовъ, пользуюсь случаемъ познакомить и русскихъ электротехниковъ со способомъ сѣченій гг. Герцога и Штарка.

Разберемъ сперва случай, представленный на фиг. 3; для упрощенія, раздѣлимъ проводъ въ точкѣ $A$ и выпрямимъ его (фиг. 4), примѣнивъ обозначенія, принятыя на фиг. 2-й. Токъ, идущій въ какое-либо отвѣтвленіе, напр. 2, равенъ алгебрической суммѣ токовъ, протекающихъ въ обѣихъ сосѣднихъ частяхъ провода т. е. $i_2=x_2+y_2$..1).

Черт. 1.

Если въ точкѣ 2, фиг. 4$a$, токи $x$ и $y$ притекаютъ съ обѣихъ сторонъ, то $x$ и $y$ имѣютъ относительно отвѣтвленія 2, одно и то же направленіе, т. е. одинъ и тотъ же знакъ +, и тогда въ точкѣ 2 проводъ можно разрѣзать, не измѣняя прежняго равновѣсія; если же токъ притекаетъ къ точкѣ 2 съ одной стороны, напр. слѣва, какъ представлено въ фиг. 4$b$, и течетъ за точку 2 вправо, то для точки 2 $y$ будетъ имѣть противуположное направленіе съ $x$ и по этому $y$ будетъ съ —, провода же въ точкѣ 2 разрѣзать въ этомъ случаѣ нельзя; слѣдовательно по знаку при $x$ и $y$ можно судить, вѣрно-ли выбрано мѣсто сѣченія или нѣтъ. Во всякомъ случаѣ въ точкѣ 2 будетъ, какъ справа, такъ и слѣва, одинаковая потеря вольтовъ, такъ что для всякой точки 2, получимъ уравненіе:

$$x_2R_2+i_1R_1=y_2(R-R_2)+i_3(R-R_3)+i_4(R-R_4)\,..2).$$

(Если уравненіе это привести къ 0-ю, то получимъ второй законъ Кирхгофа).

Опредѣливъ изъ уравненій 1) и 2) $x$ и $y$, получимъ:

$$x_2 = i_2 + i_3 + i_4 - \frac{i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3 + i_4 R_4}{R}$$ и

$$y_2 = -\left[i_3 + i_4 - \frac{i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3 + i_4 R_4}{R}\right];$$ если обозначимъ сумму произведеній черезъ $\Sigma^4_1\, i_n R_n = M$, то получимъ для каждаго сѣченія въ точкѣ 1, 2, 3 и т. д.

$$x_1 = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 - \frac{M}{R} \text{ и } y_1 = -\left(i_2 + i_3 + i_4 - \frac{M}{R}\right)$$
$$x_2 = i_2 + i_3 + i_4 - \frac{M}{R} \text{ и } y_2 = -\left(i_3 + i_4 - \frac{M}{R}\right)$$
$$x_3 = i_3 + i_4 - \frac{M}{R} \text{ и } y_3 = -\left(i_4 - \frac{M}{R}\right)$$
$$x_4 = i_4 - \frac{M}{R} \text{ и } y_4 = -\left(-\frac{M}{R}\right)$$

а изъ этихъ выраженій слѣдуетъ, что: $-y_1 = x_2$; $-y_2 = x_3$; $-y_3 = x_4$, что понятно, такъ какъ въ обоихъ концахъ части провода, между двумя сосѣдними точками расхода тока, можетъ протекать только одинъ и тотъ же токъ, имѣющій только относительно точекъ $n$ и $n+1$ противуположные знаки; кромѣ того видно, что величина токовъ по обѣимъ сторонамъ, какого либо отвѣтвленія, разнится между собою только на величину тока, идущаго въ это отвѣтвленіе, такъ что

$$x_n - x_{n+1} = i_n$$
$$y_n - y_{n+1} = i_{n+1}.$$

Если подставить для $i$, $M$, $R$ числовыя величины, то получимъ только для одной какой-нибудь точки $x_n$ и $y_n$ положительныя величины; положимъ, что эта точка 2, такъ что $x_2$ и $y_2$ оба съ плюсомъ, и тогда получимъ неравенство:

$$i_2 + i_3 + i_4 > \frac{M}{R} > i_3 + i_4;$$

для всѣхъ другихъ точекъ, кромѣ 2, одинъ изъ токовъ, $x$ или $y$, будетъ съ минусомъ. Частный случай получится, если между какими-нибудь двумя точками, напр.: 2 и 3, $x_3 = y_2 = 0$; это означаетъ, что промежутокъ 2.3 безъ тока, т. е. эта часть провода излишня, и что точки 1 и 2 получаютъ токъ слѣва, а 3 и 4 справа.

Далѣе увидимъ, что нѣтъ надобности вычислять $x$ и $y$ для всѣхъ точекъ отвѣтвленій тока, чтобы выбрать изъ нихъ ту, которая имѣетъ положительныя $x$ и $y$, а достаточно опредѣлить по формуламъ 1) и 2) $x_n$ и $y_n$ для одной какой-нибудь точки $n$, причемъ, въ большинствѣ случаевъ, получатся $x_n$, либо $y_n$ отрицательнымъ, а это обозначитъ, что сѣченіе чрезъ $n$ проложено быть не можетъ; перейти же отъ $x_n$ и $y_n$ къ сосѣднимъ $x_{n-1}$ и $y_{n-1}$, либо $x_{n+1}$ и $y_{n+1}$ не составляетъ затрудненія; мы уже выше видѣли, что

$$x_n - x_{n+1} = i_n \;\ldots\ldots\; 3)$$
$$\text{и } y_n - y_{n+1} = i_{n+1}$$

т. е., что двѣ послѣдовательныя величины $x$-овъ или $y$-овъ разнятся между собою только на величину отвѣтвленнаго между ними тока. Положимъ, что въ точкѣ $n$ мы получили $x_n$ съ положительнымъ, а $y_n$ съ отрицательнымъ знакомъ: это означаетъ, что $y$ течетъ отъ $n$ къ $n+1$, а слѣдовательно и сѣченіе надо проложить въ $n+1$, либо еще дальше въ $n+2$; по этому, чтобы и $y$ получить положительнымъ, перейдемъ дальше къ точкѣ $n+1$, для которой изъ выраженія 3) получимъ:

$$x_{n+1} = x_n - i_n;$$

если въ этомъ случаѣ

$$x_{n+1} < i_{n+1},$$

то въ точкѣ $n+1$ и будетъ искомое сѣченіе, потому что тогда $y_{n+1}$ будетъ также положительнымъ, или $y_{n+1} = i_{n+1} - x_{n+1}$; если же $x_{n+1} > i_{n+1}$, то искомое сѣченіе лежитъ дальше вправо, въ точкѣ $n+2$ либо $n+3$ и т. д. Частнымъ случаемъ будетъ, если $x_{n+1} = i_{n+1}$, тогда $y_{n+1} = x_{n+2} = 0$, т. е. въ части провода между точками $n+1$ и $n+2$ нѣтъ тока, слѣдовательно часть эта можетъ быть уничтожена, о чемъ уже упоминалось выше.

Если бы, напротивъ, $x_n$ получилось отрицательнымъ, а $y_n$ положительнымъ, то для отысканія сѣченія нужно отъ точки $n$ перейти влѣво къ $n-1$, $n-2$ и т. д. И такъ, для первоначальнаго разсчета


Черт. 2.

$x$ и $y$, выбираемъ сперва точку $n$, для которой всего удобнѣе составить уравненія и потомъ переходимъ, смотря по знакамъ $x$ и $y$, къ ближайшей точкѣ отвѣтвленія тока, вправо или влѣво, пока не получимъ настоящее сѣченіе, для котораго $x$ и $y$ оба величины положительныя.

Разберемъ теперь числовой примѣръ (фиг. 5), аналогичный съ общимъ случаемъ, представленнымъ на фиг. 3 и 4. Въ подвалѣ зданія кольцевой проводъ; токъ въ 390 амперовъ получается изъ главнаго провода къ точкѣ $A$; расходъ тока происходитъ въ отвѣтвленія въ точкахъ 1, 2, 3 въ размѣрѣ 130, 110 и 150 амперовъ; проводъ мѣдный проводимостью $= 60$; діаметръ сѣченія между $A$ и 1 въ 20 мм.; остальной проводъ въ 18 мм.; длина частей кольцеваго провода обозначена въ фигурѣ 5, въ метрахъ. Положимъ сѣченіе сперва въ точкѣ 1, для которой получимъ *):

$$x_1 + y_1 = 130 \ldots\ldots 1a)$$

$$x_1 \frac{60}{60 \cdot \frac{20^2\pi}{4}} = y_1 \left(\frac{70+70+30}{60\frac{18^2\pi}{4}}\right) + 110\left(\frac{70+30}{60\frac{18^2\pi}{4}}\right) + $$
$$+ 150\frac{30}{60\frac{18^2\pi}{4}} \ldots\ldots 2a)$$

отсюда: $x_1 = 172$ ампера и $y_1 = -42$ ампера; изъ чего видно, что сѣченіе слѣдуетъ проложить чрезъ точку 2; такъ какъ отъ точки 1 къ точкѣ 2 еще проходитъ токъ въ 42 ампера, а въ точкѣ 2 расходуется 110 амп., то слѣдуетъ, что со стороны 3 должно къ 2 проходить $110 - 42 = 68$ амп., и такъ

отъ $A$ къ 1 проходятъ 172 амп.
» 1 » 2 » 42 » (т. е. 172 — 130)
» 3 » 2 » 68 » (т. е. 110 — 42) и
» $A$ » 3 » 218 » (т. е. 68 + 150);

такимъ образомъ опредѣлено количество амперовъ, проходящихъ чрезъ каждую часть кольцеваго провода; а затѣмъ легко разсчитать потерю вольтовъ въ проводѣ, либо въ части его по формулѣ

$$v = \frac{Jl}{cf} \text{**)}$$

Чтобы доказать, что въ вышеразобранномъ примѣрѣ получится одинъ и тотъ же результатъ съ какой бы точки ни начать, составимъ уравненія для точки 3.

$$x_3 + y_3 = 150 \ldots\ldots 1b)$$

$$y_3 \frac{30}{60\frac{18^2\pi}{4}} = x_3\left(\frac{70+70}{60\frac{18^2\pi}{4}} + \frac{60}{60\frac{20^2\pi}{4}}\right) + $$
$$+ 110\left(\frac{70}{60\frac{18^2\pi}{4}} + \frac{60}{60\frac{20^2\pi}{4}}\right) + 130\left(\frac{60}{60\frac{20^2\pi}{4}}\right) \ldots\ldots 2b)$$

Отсюда $x_3 = -68$ амп. и $y_3 = 218$ амп., что вполнѣ соотвѣтствуетъ предыдущему рѣшенію, т. е. отъ 3 къ 2 проходитъ токъ 68 амп., а по этому отъ 1 къ 2 остальные 42 амп., а настоящее сѣченіе находится въ точкѣ 2.

Видъ сѣти, подобный фигурѣ 5, встрѣчается часто въ установкахъ для освѣщенія городовъ (фиг. 6); положимъ, что въ точкѣ $A$ — центральная станція; регулировка вольтовъ на станціи можетъ быть устроена такъ, что въ точкахъ I и II, потенціалъ $V$ остается постояннымъ, независимо отъ измѣненій въ нагрузкѣ цѣпи и тогда разсчетъ совершенно аналогиченъ съ вышеизложеннымъ случаемъ фиг. 5.

Если же потенціалы $V_{\text{I}}$ и $V_{\text{II}}$ въ точкахъ I и II (фиг. 7) различны, то въ разсчетѣ происходитъ нѣкоторое измѣненіе, а именно: если сила тока, получаемаго въ точкѣ 2 со стороны I, должна быть такая-же, какъ и со стороны II, то потери вольтовъ $v_{\text{I}}$ со стороны I и $v_{\text{II}}$ со стороны II будутъ

$$v_{\text{I}} \gtreqless v_{\text{II}},$$

но за то будетъ имѣть мѣсто уравненіе:

$$V_{\text{I}} - v_{\text{I}} = V_{\text{II}} - v_{\text{II}}$$

или же

$$V_{\text{I}} - 2(x_2 R_2 + i_1 R_1) = V_{\text{II}} - 2[y.(R - R_2) + $$
$$+ i_3(R - R_3) + i_4(R - R_4)]$$

(причемъ множитель 2, ради проводовъ туда и обратно). Кромѣ того, имѣемъ еще второе уравненіе: $x_2 + y_2 = i_2$, остающееся въ силѣ. Изъ этихъ 2-хъ уравненій получимъ

$$x_2 = \frac{V_{\text{I}} - V_{\text{II}}}{2R} + i_2 + i_3 + i_4 - \frac{M}{R} \text{ и}$$

$y_2 = i_2 - x_2$ и такъ и въ этомъ болѣе сложномъ случаѣ, для отысканія сѣченія, достаточно руководиться соображеніями, развитыми для простаго кольцеваго провода на фиг. 3 и 4, т. е. для любой точки отвода тока изъ кольцеваго провода прокладываемъ предварительно сѣченіе, составляемъ оба уравненія (для потерь вольтовъ и для силы тока), рѣшивъ которыя, получаемъ для $x$ и $y$ величины, которыя сами насъ наводятъ на положеніе дѣйствительнаго сѣченія.

Въ послѣднемъ разобранномъ случаѣ, при большой разницѣ между $V_{\text{I}}$ и $V_{\text{II}}$, сѣченіе можетъ пасть на точку I, либо II, или даже за предѣлы провода I и II, если кромѣ двухъ питающихъ вѣтвей $A$I и $A$II имѣются еще и другія. Прежде чѣмъ заняться разборомъ подобнаго сложнаго случая, обратимся къ болѣе простымъ.

Разберемъ сперва случай, подобный фигурѣ 8, въ которомъ нѣсколько вѣтвей сходятся въ двухъ узлахъ I и II. Въ узлѣ I получается токъ, расходуется же, какъ въ узлѣ II, такъ и въ другихъ точкахъ вѣтвей. Разслѣдуемъ такой случай для

---

*) Сопротивленіе $R$ разсчитано по формулѣ $R = \frac{l}{cf}$; для $R_1 : l = 60$ метр.; $f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 20^2}{4}$; $c$ проводимость $= 60$, такъ что $R_1 = \frac{60}{60\frac{\pi 20^2}{4}}$ и т. д.

**) Такъ для точки 1 будетъ: $I = 172$ ампера, $l = 60$ метровъ, $f = \frac{\pi 20^2}{4}$; $c = 60$; а потеря вольтовъ до точки 1 $v = \frac{172 \times 60}{60 \times \frac{\pi 20^2}{4}} = 0{,}55$ вольтовъ, столько же для провода обратнаго, т. е. всего потеря отъ источника $A$ до точки $1 \ldots 2 \times 0{,}55 = 1{,}1$ вольтовъ.

числоваго примѣра на фигурѣ 9-ой, въ которой обозначены всѣ данныя относительно тока, длины и сѣченія проводовъ. Въ этомъ примѣрѣ средняя вѣтвь, идущая прямо отъ I къ II, не имѣетъ точекъ расхода тока, а служитъ только питающею вѣтвью. Проложить пробное сѣченіе тутъ удобнѣе всего въ точкѣ II, для которой получимъ уравненія:

$$x + y + z = 60 \ldots\ldots \text{I)}$$

$$x \cdot \frac{200+200+100}{300} + 200 \cdot \frac{200+100}{300} + 50 \cdot \frac{100}{300} = y\frac{200}{50} \ldots \text{II)}$$

$$z \cdot \frac{670+180+50}{120} + 120\,\frac{180+50}{120} + 30\,\frac{50}{120} = -y \cdot \frac{200}{50} \ldots \text{III)},$$

изъ которыхъ:

$$x = 5{,}7$$
$$y = 56{,}5$$
$$z = -2{,}2.$$

Изъ этого результата видно, что питающая вѣтвь отдаетъ въ точкѣ II всего 54,3 амп., т. е. 60 — 5,7, и что отъ точки II къ точкѣ 3 проходятъ 2,2 амп. На фигурѣ 10 представлена та же сѣть съ сѣченіями, проложенными правильно, на основаніи полученнаго результата.

Небезъинтересно изслѣдовать, какое вліяніе имѣетъ размѣръ питающаго провода I II на остальную цѣпь; если мы обозначимъ площадь сѣченія питающаго провода I II чрезъ $f$, то уравненія I, II и III обратятся въ

$$x + y + z = 60 \ldots\ldots\ldots \text{I}\,a)$$

$$1{,}67\,x + 216{,}66 = \frac{200\,y}{f} \ldots \text{II}\,a)$$

$$7{,}5\,z + 242{,}5 = \frac{200\,y}{f} \ldots \text{III}\,a),$$

а изъ нихъ получимъ для

| | $f = 0$ | $f = 50$ | $f = \infty$ кв. миллим. |
|---|---|---|---|
| выраженія $x =$ | 51,9 | = 5,7 = | — 129 ампер. |
| $y =$ | 0 | = 56,5 = | 221,2 » |
| $z =$ | 8,1 | = —2,2 = | — 32,2 » |

Изъ этихъ чиселъ слѣдуетъ, что при уменьшеніи $f$ отъ 50 до 0, $x$ увеличивается, $z$ же сперва уменьшается, дѣлается равнымъ 0, и потомъ опять увеличивается; при увеличеніи $f$ отъ 50 □ мм. до ∞, $x$ сперва уменьшается, переходитъ 0 и потомъ увеличивается съ противуположнымъ знакомъ до — 129 амп.; при этомъ $y$ увеличивается до максимума + 221,2 амп., а $z$ до — 32,2 амп.; $f = 0$ соотвѣтствуетъ пресѣченію линіи I II, и сѣченіе падаетъ тогда въ точку II, а $f = \infty$ соотвѣтствуетъ совпаденію точекъ I и II для питающаго провода въ одну точку; тогда сѣть имѣетъ видъ и можетъ быть разрѣзана такъ, какъ это показано въ фигурѣ 11-й, что опять непосредственно слѣдуетъ изъ результата для $x$, $y$ и $z$, разсчитаннаго для $f = \infty$.

Разслѣдовавъ сѣть вида фиг. 8 и 9, является вопросъ, какъ поступить въ томъ случаѣ, если въ узлѣ II нѣтъ дальнѣйшаго расхода тока, какъ это представлено на фиг. 12. Въ этомъ случаѣ можемъ себѣ представить сѣченіе такъ, какъ это изображено въ фиг. 12$a$, т. е. вмѣсто тока $z$, токъ —$(x + y)$, который дастъ вмѣстѣ съ $x$ и $y$, отвѣтвленіе $x + y - (x + y) = 0$; для двухъ неизвѣстныхъ $x$ и $y$, требуются два уравненія; въ одномъ уравненіи можемъ выразить равенство потерь вольтовъ въ двухъ вѣтвяхъ отъ I къ II чрезъ 3 и чрезъ 4; а въ другомъ уравненіи — равенство потерь отъ $A$ къ II, чрезъ правую и лѣвую вѣтвь, т. е. чрезъ I и далѣе чрезъ 3, либо же чрезъ 4, что безразлично, такъ какъ потери отъ I къ II чрезъ точку 3 и точку 4 одинаковы.

Эти 2 уравненія слѣдующія:

$$x\,\frac{150+100}{30} + i_4\,\frac{100}{30} = y\,\frac{50+150}{150} + i_3\,\frac{150}{150} \ldots \text{I)}$$

$$-(x+y)\,\frac{200}{180} = y\left|\frac{50+150}{150} + \frac{100+200}{180}\right| + i_3\left|\frac{150}{150} + \frac{100+200}{180}\right| + (i_2 + i_4 + x)\,\frac{100+200}{180} + i_1\,\frac{200}{180}; \ldots \text{II)},$$ отсюда

$$x = \frac{30\,i_3 - 80\,i_1 - 108\,i_2 - 848\,i_4}{2038} \ldots \text{III)}$$

$$y = \frac{-500\,i_1 - 675\,i_2 - 1341\,i_3 - 205\,i_4}{2038} \ldots \text{IV)}$$

подставивъ вмѣсто $i_1$, $i_2$, $i_3$ и $i_4$ ихъ величины, получимъ $x = -9{,}2$ амп., $y = -142{,}5$ амп.; отрицательный знакъ при обѣихъ величинахъ показываетъ, что настоящія сѣченія нужно искать отъ точки II, ради отрицательнаго $x$ къ точкѣ 4, а ради отрицательнаго $y$, къ точкѣ 3, т. е. получимъ два сѣченія: одно въ точкѣ 3, для которой $y_3 = 142{,}5$ амп., и по этому $x_3 = 37{,}5$ а., а другое въ точкѣ 4, съ $x_4 = 9{,}2$ амп., и по этому $y_4 = 10{,}8$, что представлено на фигурѣ 13.

При изслѣдованіи выраженій (III) и (IV) мы видимъ, что величины $x$ и $y$, имѣющія одинаковыхъ знаменателей, измѣняются только въ зависимости отъ числителей, причемъ $x$ достигаетъ положительной максимальной величины, когда отрицательные члены—$i_1$, $i_2$ и $i_4$ равны 0; тогда $x = +2{,}3$; отрицательнаго же максимума $x$ достигаетъ, когда положительный членъ $i_3 = 0$, тогда $x = -11{,}9$. $y$ достигаетъ только отрицательнаго максимума, какъ уже разсчитано, а именно: $y = -142{,}5$ амп. Чтобы найти наибольшій токъ въ вѣтви $A$ II, слѣдуетъ разыскать максимумъ выраженія

$$x + y = -\frac{-848\,i_4 - 108\,i_2 - 80\,i_1 - 500\,i_1 - 675\,i_2 - 205\,i_4 - (1431-30)\,i_3}{2038}$$

максимумъ этого выраженія получается при полной нагрузкѣ цѣпи, т. е. $x + y = -151{,}7$ амп. Токъ въ проводѣ I 4 выражается чрезъ $i_4 + x$; онъ достигнетъ наибольшей величины при $+ x\,max$, т. е. при $x = 2{,}3$ амп., такъ что максимальный токъ въ I 4 = 20 + 2,3 = 22,3 амп.

Въ проводѣ—I 3, токъ:

$$i_3 + y = i_3 + \frac{-500\,i - 675\,i_2 - 1341\,i_3 - 205\,i_4}{2038} = \frac{-500\,i_1 - 675\,i_2 - 205\,i_4 + (2038-1341)\,i_3}{2038};$$

положительный максимумъ получится при $i_1 = i_2 = i_4 = 0$ и равенъ 61,6 амп. отрицательный же максимумъ для провода I $i_3$ при $i_3 = 0$ и равенъ—24,2 амп.

Токъ для провода $A1 = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 - (x - y) = \frac{1458\ i_1 + 1255\ i_2 + 727\ i_3 + 985\ i_4}{2038}$; въ этомъ выраженіи всѣ члены съ плюсомъ, слѣдовательно и максимумъ тока въ проводѣ $A$ 1 получится при полной нагрузкѣ всей сѣти и $= 128{,}3$ амп. и т. д.

Подобное изслѣдованіе даетъ намъ возможность опредѣлить максимальную силу тока въ каждой отдѣльной части сѣти, въ зависимости отъ измѣненій въ нагрузкѣ отъ 0 до ихъ максимума, отдѣльныхъ точекъ расхода тока.

Результатъ этого изслѣдованія слѣдующій: для проводовъ $A$ I и $A$ II имѣется только одинъ максимумъ при полной нагрузкѣ сѣти; въ то же время и $y$ въ II 3 достигаетъ своего отрицательнаго максимума (направленіе отъ II къ 3). Въ проводѣ 4 II токъ достигаетъ положительнаго максимума, когда въ точкѣ 3 полная нагрузка, въ точкахъ же 1, 2 и 4 нагрузка $= 0$; одновременно съ этимъ I 4 и I 3 достигаютъ также положительнаго максимума, кромѣ того I 3, а также II 4 имѣютъ отрицательный максимумъ при $i_3 = 0$.

Въ заключеніе изслѣдуемъ еще сѣть (фиг. 14) о 5-ти узлахъ, чтобы разъяснить, какъ по общему принципу розыскать максимальныя величины отдѣльныхъ проводовъ въ зависимости отъ измѣненія нагрузки цѣпей.

Проложимъ первоначально сѣченія чрезъ узлы I и V, обозначая токи въ 3 разрѣзанныхъ проводахъ узла I чрезъ $x$, $y$, $i_1 - (x + y)$, и узла V чрезъ: $z$, $v$ и $i_{10} - (z + v)$, получимъ 4 неизвѣстныхъ $x$, $y$, $z$, $v$ для которыхъ нужно составить 4 уравненія; для этого приравняемъ потери вольтовъ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1) провода | I, 2, II | съ | проводомъ | I, 6, III, 3, II. |
| 2) | » I, 2, II | » | » | I,5.IV,4.III,3.II. |
| 3) | V,11,II | » | » | V, 7, III, 3. II. |
| и 4) | » V,11,II | » | » | V,8,IV,4,III,3, II. |

Эти уравненія имѣютъ общій видъ:

$$r_{1\cdot1}\ x + r_{1\cdot2}\ y + r_{1\cdot3}\ z + r_{1\cdot4}\ v = \Sigma[in.f_1\ (r)] = \alpha_1$$
$$r_{2\cdot1}\ x + r_{2\cdot2}\ y + r_{2\cdot3}\ z + r_{2\cdot4}\ v = \Sigma[in.f_2\ (r)] = \alpha_2$$
$$r_{3\cdot1}\ x + r_{3\cdot2}\ y + r_{3\cdot3}\ z + r_{3\cdot4}\ v = \Sigma[in.f_3\ (r)] = \alpha_3$$
$$r_{4\cdot1}\ x + r_{4\cdot2}\ y + r_{4\cdot3}\ z + r_{4\cdot4}\ v = \Sigma[in.f_3\ (r)] = \alpha_4$$

при этомъ, $r_{1\cdot1}$, $r_{1\cdot2}$, $r_{1\cdot3}$ .... $r_{4\cdot4}$ обозначаютъ суммы сопротивленій соотвѣтственныхъ проводовъ, а—$\Sigma[in\ fm(r)]$ суммы произведеній измѣняющихся расходовъ тока $in$ на алгебраическую функцію $fm(r)$ неизмѣняющихся сопротивленій проводовъ.

Изъ этихъ уравненій мы можемъ выразить

$$x = \frac{\begin{vmatrix} \alpha_1 & r_{1\ 2} & r_{1\cdot3} & r_{1\cdot4} \\ \alpha_2 & r_{2\cdot1} & r_{2\cdot3} & r_{2\cdot4} \\ \alpha_3 & r_{3\cdot1} & r_{3\cdot2} & r_{3\cdot4} \\ \alpha_4 & r_{4\cdot1} & r_{4\cdot2} & r_{4\cdot3} \end{vmatrix}}{N}$$ и аналогично

$y$, $z$ и $v$. При этомъ $N$ опредѣлитель знаменателя, общій всѣмъ четыремъ неизвѣстнымъ, состоитъ только изъ коеффиціентовъ, а по этому независимъ отъ измѣненія расхода тока, такъ что максимумъ неизвѣстныхъ зависитъ только отъ максимума числителей, такъ что можемъ обозначить:

$$x = \frac{1}{N}\Sigma\left[in\ \ F_1\ (r)\right]$$

$$y = \frac{1}{N}\Sigma\left[in\ \ F_2\ (r)\right]$$ и т. д.

Изъ этихъ выраженій получимъ измѣненія неизвѣстныхъ въ зависимости отъ измѣненій расхода тока. Чтобы изъ этихъ выраженій легче найти интересующія насъ максимальныя величины, нужно $\Sigma\ [in\ Fm\ (r)]$ расположить такъ, чтобы положительные и отрицательные члены образовали двѣ отдѣльныя группы; приравнявъ положительную часть 0-лю, получимъ для неизвѣстныхъ отрицательный максимумъ и наоборотъ. Максимальные токи для другихъ частей проводовъ можемъ розыскать двоякимъ образомъ: либо составивъ самостоятельно выраженіе для этой части въ формѣ $x$, $y$, и т. д., или же пользуясь первоначально полученными выраженіями для $x$, $y$...... и переходя отъ нихъ къ сосѣднимъ $x_1$, $y_1$ и т. д.

Разобравъ суть способа сѣченій на болѣе или менѣе сложныхъ примѣрахъ, перечтемъ вкратцѣ ходъ работъ:

1) Пролагаемъ, въ точкахъ расхода тока или же въ узлахъ, сѣченія такъ, чтобы сѣть раздѣлилась на отдѣльныя отвѣтвленія, причемъ никакая часть провода не должна быть отрѣзана отъ сообщенія съ источникомъ тока.

2) Для неизвѣстныхъ намъ токовъ, которые протекаютъ по отдѣльнымъ проводамъ въ мѣстѣ разрѣза, составляемъ уравненія, корни которыхъ даютъ намъ величину и направленіе искомыхъ токовъ.

3) Дѣйствительныя сѣченія отыскиваемъ съ помощью полученныхъ корней (въ пунктѣ 2), переходя постепенно вправо либо влѣво отъ первоначальнаго сѣченія къ сосѣднимъ точкамъ расхода пока для такой точки отвѣтвленія тока всѣ составныя его части не получатся положительными.

4) Нашедши вѣрныя сѣченія (по пункту 3), разрѣзываемъ въ нихъ сѣть и опредѣляемъ величину токовъ для каждой части провода, а помощью этихъ токовъ разсчитываемъ величину потерь вольтовъ, которая въ точкахъ сѣченія достигаетъ максимума.

5) Чтобы опредѣлить, какое вліяніе имѣетъ измѣненіе поперечнаго сѣченія какого-нибудь провода на распредѣленіе тока въ сѣти, изслѣдуемъ выраженія для $x$, $y$ и т. д., расположивъ ихъ предварительно по величинѣ сѣченій проводовъ.

6) Вліяніе перемѣнъ нагрузки получимъ, изслѣдовавъ тѣ же выраженія, но расположивъ сперва члены положительные и отрицательные въ двѣ группы и приравнивая ихъ поперемѣнно 0.

И такъ: способъ сѣченій гг. Герцога и Штарка даетъ намъ, даже въ самыхъ сложныхъ случаяхъ, возможность безъ всякихъ осложненій и съ полною ясностью опредѣлить всѣ явленія, интересующія насъ въ сѣти проводовъ.

Насколько въ настоящее время великъ еще недостатокъ въ удобопримѣнимомъ способѣ разсчета сложныхъ случаевъ, можно заключить изъ того, что и теперь еще, для доказательства раціональности проектируемой сѣти нерѣдко требуется выполненіе модели сѣти въ масштабѣ, и на модели

этой производятся предварительно опыты и измѣренія. Слѣдуетъ надѣяться, что благодаря методу сѣченій, подобныя модели въ скоромъ времени перейдутъ въ область прошлаго, какъ это случилось и съ моделями мостовыхъ сооруженій и фермъ, служившими еще въ не такъ далекомъ прошломъ, особенно въ Америкѣ, основой доказательствамъ цѣлесообразности той, либо другой системы.

Величины, которыя служатъ основой разсчета, сами подвержены на практикѣ измѣненіямъ: такъ, главнымъ образомъ, сила тока колеблется въ зависимости отъ сопротивленія лампъ, ненормальной нагрузки электро-двигателей, постояннаго измѣненія числа установленныхъ лампъ и т. п.; изъ этого ясно, что добиваться вполнѣ точнаго результата и прибѣгать для этого къ сложнымъ и запутаннымъ разсчетамъ—не имѣетъ цѣли. Способъ же сѣченій дастъ на практикѣ тѣмъ болѣе точные результаты, чѣмъ меньшій теряется въ проводахъ процентъ разности потенціаловъ у борновъ машинъ.

**Доцентъ Рижскаго политехн. уч. Н. М. Озмидовъ.**

---

## Способы Маннесманна изготовленія металлическихъ трубъ прокаткою.

(СТАТЬЯ ПРОФ. РЕЛО).

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, братья Маннесманнъ въ Реймшейдѣ придумали удивительный способъ изготовленія трубокъ изъ любого ковкаго металла, посредствомъ прокатки цѣльнаго металлическаго бруса или стержня, при чемъ послѣдній, проходя черезъ машину, превращается въ трубку. Газетныя извѣстія объ этомъ изобрѣтеніи вскорѣ болѣе или менѣе подтвердились тѣмъ, что на него были взяты привилегіи, и такимъ образомъ, техническій міръ разныхъ странъ былъ удивленъ новымъ чудомъ техники, какимъ можно считать это изобрѣтеніе, если оно дѣйствительно вполнѣ удалось. Большинство публики, понимающей значеніе металлическихъ трубъ при всевозможныхъ постройкахъ, не могло не присоединиться къ удивленнымъ техникамъ, стоящимъ у этого дѣла.

Припомнимъ, какъ дѣлаются нынѣ трубы изъ ковкихъ металловъ — такъ какъ лишь о нихъ идетъ рѣчь: трубки изъ мѣди, латуни, цинка и др. сворачиваются изъ листовъ металла, склеиваются и спаиваются; желѣзныя газо- и водопроводныя трубы свертываются изъ листовъ, а затѣмъ протягиваются въ нагрѣтомъ состояніи чрезъ систему валовъ, при чемъ труба сваривается по шву; чтобы труба не сжималась во время своего прохожденія сквозь вальцы, сквозь нее продѣвается металлическій стержень. Такимъ образомъ изготовляются трубы діаметромъ въ дециметръ и болѣе. Дальнѣйшая ихъ обработка состоитъ въ пропусканіи сквозь волочильню, въ которой трубки сглаживаются снаружи и очищаются отъ ржавчины; свое названіе «тянутыя» подобныя трубки получили отъ способа ихъ изготовленія. Такъ дѣлалось до сихъ поръ всюду и техника дальше этого не шла, какъ вдругъ, совершенно неожиданно, является новый способъ выдѣлки трубъ, кореннымъ образомъ мѣняющій всю прежнюю систему, которую считали за совершенство и съ которой такъ свыклись заводчики.

Существовалъ еще одинъ способъ, практиковавшійся при изготовленіи ружейныхъ стволовъ. Изъ стали выковывалась или отливалась болванка, которая просверливалась насквозь, и внутренняя поверхность такой трубки снабжалась винтообразно нарѣзами. Новому изобрѣтенію суждено вытѣснить и этотъ способъ сверленія трубъ, отчасти потому, что само изобрѣтеніе есть результатъ изысканій въ области оружейнаго дѣла.

Такому же перевороту подвергнется и изготовленіе оружія большихъ калибровъ—пушекъ, производство которыхъ подобно производству ружейныхъ стволовъ, такъ какъ и здѣсь трубчатымъ сверломъ пробуравливается насквозь прокованная болванка, при чемъ внутри сверла остается часть металла въ видѣ стержня. Такъ изготовляетъ орудія извѣстный всему свѣту, и составляющій гордость Германіи крупповскій заводъ. По всей вѣроятности, новое изобрѣтеніе найдетъ себѣ примѣненіе и въ этомъ дѣлѣ изготовленія артиллерійскихъ орудій, по крайней мѣрѣ среднихъ калибровъ, хотя, конечно, придется еще кое-что усовершенствовать въ новомъ, чудесномъ изобрѣтеніи.

Для атлантическихъ пассажирскихъ пароходовъ Сѣверо-германскаго Ллойда были необходимы широкія и крѣпкія мѣдныя трубы, и таковыя выписали изъ Англіи; частью онѣ были выдѣланы сверленіемъ мѣдныхъ болванокъ, а затѣмъ прессованіемъ и волоченіемъ въ станкахъ имъ была придана надлежащая толщина и форма; частью же онѣ были добыты электролитическимъ осажденіемъ мѣди на вращающемся валу; оба способа дали прекрасныя и вполнѣ солидныя трубы, въ которыхъ крайне нуждались, такъ какъ получаемыя спайкой безпрестанно рвались отъ дѣйствія пара и стоили жизни многимъ людямъ. Новое загадочное изобрѣтеніе, повидимому, и тутъ получитъ примѣненіе, и притомъ не маловажное.

Долго, по своей неоконченности, изобрѣтеніе это не примѣнялось, но теперь оно уже выступило на практическій путь; построили дорогіе заводы, поставили машины и маннесманновское изобрѣтеніе пошло въ ходъ для обработки металловъ, а потому мы думаемъ, что теперь пришло время ознакомить съ нимъ читателей.

Попробуемъ, насколько это окажется возможнымъ, не прибѣгая къ помощи чертежей, объяснить, какимъ образомъ это новое изобрѣтеніе превращаетъ обыкновенный металлическій брусокъ въ трубку, и выберемъ для этой цѣли одинъ изъ многихъ указываемыхъ намъ изобрѣтателемъ способовъ.

При прежней прокаткѣ обработываемая металлическая штука проходила между валками перпендикулярно къ ихъ осямъ, тогда какъ при маннесманновскомъ способѣ она двигается между валками вдоль или, вѣрнѣе говоря, нѣсколько наискось,

причемъ оба валка установлены нѣсколько непараллельно и прокатываемая штука проходитъ между ними, дѣля пополамъ образуемый ими уголъ, вслѣдствіе чего не можетъ произойти выпалмваніе отъ уклоненій въ бокъ. Въ виду такого косаго расположенія описываемый здѣсь способъ называется «косой прокаткой». Валки по своей поверхности снабжены винтообразными выемками или ручьями. Послѣдніе, вслѣдствіе возбуждаемаго огромнаго тренія, захватываютъ прокатываемую штуку и съ силой протаскиваютъ ее вдоль валковъ. Но на заднемъ концѣ валковъ этому продвиганію противупоставляется сопротивленіе въ формѣ конусообразной притупленности оконечностей валковъ; такъ какъ она не винтообразная, то прокатываемая штука нѣсколько задерживается. Происходитъ такимъ образомъ борьба силъ или вліяній. Задерживающее дѣйствіе на концѣ валковъ не пускаетъ прокатываемую штуку впередъ или позволяетъ проходить только медленно; напротивъ влекущая впередъ сила въ точкѣ перекрещиванія валковъ стремительно рветъ впередъ и такъ какъ прокатываемая штука нагрѣта до красна и обладаетъ вязкостью, то ея части, лежащія по окружности, продвигаются впередъ, подобно кожѣ у змѣи; при этомъ тянутся также и частицы извнутри прокатываемаго стержня, такъ какъ онѣ обладаютъ значительной силой взаимнаго сцѣпленія, и такимъ образомъ *должна получиться труба*. Между тѣмъ, на половину побѣжденное сопротивленіе на заднемъ концѣ валковъ позволяетъ стержню медленно двигаться впередъ, на мѣсто борьбы приходятъ все новыя части сплошнаго стержня и здѣсь попрежнему наружная поверхность сдирается, внутренняя масса вытаскивается и такимъ образомъ производится переходъ въ трубообразную форму. И такъ, стержень съ огромной стремительностью двигается все впередъ и впередъ, наконецъ встрѣчаетъ задержку и вслѣдствіе этого принимаетъ новую форму. Очевидно, онъ при этомъ удлинняется, потому что переднія, сильно увлекаемыя впередъ частицы его поверхности проходятъ большій путь, чѣмъ задерживаемыя слѣдующія за ними частицы и вслѣдствіе этого, можетъ быть, изъ болванки въ метръ длиной получается труба въ 4—5 метровъ, которая, наконецъ, остываетъ до темнокраснаго каленія, останавливается въ направляющемъ ручьѣ, быстро снимается прочь и откладывается въ сторону, чтобы очистить мѣсто для новой подѣлки.

И такъ труба образуется изъ сплошнаго бруса, вслѣдствіе чего изобрѣтатели называютъ также этотъ способъ выдѣлки «брусованіемъ» (Blocken) или «Vorblocken», если трубку послѣ приходится еще расширять. Иногда прибѣгаютъ къ помощи сердечника, т. е. стержня съ округленнымъ концомъ, входящимъ въ начинающую образовываться трубку; при чемъ сердечникъ дѣйствуетъ не какъ сверло (какъ это многимъ можетъ показаться на первый взглядъ), а какъ нѣкоторое сопротивленіе, дающее возможность придавать трубкѣ правильную и ровную внутреннюю поверхность. Сердечникъ вращается вмѣстѣ съ трубкой, а стѣнки послѣдней, вырабатываясь, постепенно обтекаютъ головку сердечника и подвигаются впередъ вдоль него.

Разставивъ дальше валки, поставивъ ихъ подъ болѣе острымъ угломъ и разогрѣвъ только что полученную трубу, можно снова пропускать ея черезъ этотъ же станокъ и увеличивать такимъ образомъ ея діаметръ. Одинъ и тотъ же механизмъ служитъ для выдѣлки трубъ разнаго діаметра. Въ числѣ видѣнныхъ образчиковъ имѣются двѣ трубки: одна, съ каналомъ въ $2^1/_2$ миллиметра (около $^1/_{10}$ д.), а другая въ 363 миллиметра (почти 14 д.) и въ 375 мм. наружнаго діаметра, сдѣланныя однимъ и тѣмъ приборомъ.

Для расширенія трубокъ, полученныхъ прокаткой, изобрѣтатели примѣняютъ особый способъ, называемый ими «дисковой прокаткой». Посредствомъ него работа идетъ очень быстро и можно въ короткое время увеличить діаметръ, напримѣръ трубы отъ 60 до 200 миллиметровъ и болѣе, при чемъ пользуются конусообразнымъ сердечникомъ. Конечно, для нѣкоторыхъ отдѣлокъ требуются вспомогательныя машины, о которыхъ мы здѣсь упоминать не будемъ.

Выше мы объяснили, что сплошной брусокъ задерживается концами валковъ, и отъ этого болванка превращается въ трубку; если брусокъ или цайнъ на своемъ концѣ недостаточно толстъ, чтобы быть захваченнымъ валками, то въ этомъ мѣстѣ пустота образоваться не можетъ, другими словами: въ этомъ мѣстѣ брусъ остается закупореннымъ, будетъ имѣть дно (перегородку)! Можно даже получить это дно съ обоихъ концовъ трубки, если мы передъ работой заостримъ оба конца болванки. Гдѣ толщина болванки достаточна, тамъ она превращается въ трубку и образуется, слѣдовательно, стержень внутри пустой и герметически съ обоихъ концовъ закупоренный. Изобрѣтатели сдѣлали много подобныхъ герметически закрытыхъ трубъ, частью съ научною цѣлью — въ нихъ не было торичельевой пустоты, а находился газъ, содержащій 99% водорода—частью же для практическихъ цѣлей, такъ какъ, оставивъ одно дно и снявъ другое, трубы эти представляли изъ себя сосуды. Оставивъ же ихъ закрытыми съ обоихъ концовъ, ихъ можно употреблять въ машино-строительномъ дѣлѣ для шатуновъ, штоковъ, поршней и пр.

За послѣдніе три года изобрѣтеніе братьевъ Маннесманновъ значительно усовершенствовалось. Многочисленные образцы ихъ работъ выставлены въ зданіи архитектурнаго общества и изумляютъ публику. Почему эти результаты не пробили себѣ еще обширный путь на техническіе рынки всего свѣта, это требуетъ поясненій. Причина заключается не въ томъ, какъ это покажется на первый взглядъ, что изобрѣтеніе требуетъ еще усовершенствованій, а главнѣйшимъ образомъ въ томъ, что машины для примѣненія этого способа должны быть еще построены и въ нѣкоторыхъ частностяхъ еще изобрѣтены. Изобрѣтатели получили много заказовъ, но, за недостаткомъ машинъ, сроки изготовленія заказаннаго назначены очень велики. Надо приду-

мывать новыя модели и новые способы, чтобы поставить на настоящую заводскую ногу это изобрѣтеніе.

Потребовались новыя маховыя колеса, чтобы получить странную скорость и силу вращенія, для чего изобрѣтатели обматывали обода существующихъ колесъ стальной проволокой и увеличили этимъ путемъ скорость движенія на окружности съ 40 метровъ на 100 въ секунду; такимъ образомъ получили отъ 2.000 до 8 и даже 10.000 лошадиныхъ силъ, которыя получались въ теченіе 30 секундъ. Надо было приспособлять и даже изобрѣтать валки, способные вынести такое напряженіе во время работы. Надо было изобрѣтать новыя шестерни, способныя передавать такую огромную силу, какъ отъ 2-хъ до 10.000 лошадиныхъ силъ. Кромѣ всего этого, такъ какъ заводы не могли, какъ того требовалось, быстро снабжать пригодной сталью заводъ изобрѣтателей, послѣдніе вынуждены были устраивать на своемъ заводѣ сталелитейныя печи, строить разнаго рода постройки и пр. и пр.

Многочисленныя испытанія трубъ, приготовленныхъ по новому способу, дали удивительные результаты. Во-первыхъ, относительное положеніе частицъ металла въ изготовленныхъ такимъ путемъ трубахъ крайне выгодно въ отношеніи прочности послѣднихъ. Частицы принимаютъ волокнистое сложеніе; при вращеніи трубки, волокна свертываются въ свою очередь между собой, и притомъ гораздо крѣпче во внутреннихъ слояхъ трубы, нежели въ наружныхъ. Они переплетаются подобно ткани и придаютъ трубѣ крѣпость, превосходящую въ 5 или 6 разъ крѣпость отливаемыхъ трубъ. Крѣпость ихъ много больше крѣпости даже высверленныхъ трубъ; при этомъ металлъ становится очень ковокъ и тягучъ. Можно трубы сгибать, обжимать, вытягивать, сплющивать и расширять какъ угодно. Одна изъ трубъ, длиною въ 45 англійскихъ футовъ, была сгибаема въ разныя стороны восемь или девять разъ и не дала ни единой трещины. Изъ цилиндрической, труба можетъ быть передѣлана въ какую угодно форму, въ поперечномъ разрѣзѣ: трехгранную, четырехгранную и т. п. Короче говоря, мы видимъ, что всякая сталь, начиная съ тигельной и кончая бессемеровской, т. е. отъ самой твердой до самой мягкой, можетъ быть переработана и перерабатывается въ трубчатую форму.

Примѣненій много и они весьма разнообразны, въ особенности когда дѣло коснется трубъ, которымъ нужно выдерживать большое давленіе и которыя должны быть герметическими, какъ, напримѣръ, газопроводныя. Большія водопроводныя трубы, если отливать ихъ изъ чугуна, столь тяжелы, что мы принуждены были для городскихъ водопроводовъ перейти къ трубамъ, спаяннымъ изъ листовъ. Маннесманновскій способъ даетъ возможность имѣть трубы діаметрэ до 1.200 мм. и слѣдовательно вполнѣ пригодныя для этой цѣли. Трубы паровыхъ котловъ, выдерживающихъ высокое давленіе, дымогарныя трубы могутъ быть выдѣлываемы маннесманновскимъ способомъ съ успѣхомъ. Для желѣзнодорожнаго дѣла могутъ быть выдѣлываемы оси вагоновъ (одна таковая была представлена), многія части локомотивовъ; придавъ трубѣ четырехгранную форму, ее можно употреблять какъ брусъ для постройки платформъ вагоновъ, переводинъ мостовъ. Можно, наконецъ, выдѣлывать пустотѣлые рельсы, которые, по своей крѣпости, могутъ быть приравнены извѣстному рельсу «Голіафъ», не обладая его тяжестью.

Въ военномъ и морскомъ дѣлѣ новыя трубы могутъ найти примѣненіе въ качествѣ: осей повозокъ, всякаго рода крѣпкихъ стержней, ружейныхъ стволовъ, пикъ, трубъ для орудій, компрессорныхъ цилиндровъ; и военное вѣдомство уже обратило вниманіе на нихъ.

Маннесманновскимъ способомъ пользуются: на ихъ собственномъ заводѣ въ Ремшейдѣ; на недавно пущенномъ въ ходъ заводѣ въ Бусѣ близь Саарбрюкена; на большомъ трубочномъ заводѣ въ Комотау, въ Богеміи, и наконецъ—на сталелитейномъ заводѣ въ Ландорѣ (Валлисъ), при чемъ во всѣхъ этихъ заводахъ имѣютъ цѣлью выдѣлку стальныхъ трубъ. Для мѣдныхъ трубъ строится заводъ въ Дуисбургѣ, который нынѣшней осенью будетъ пущенъ въ ходъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что маннесманновскій способъ откроетъ новую эпоху въ дѣлѣ обработки металловъ, а вслѣдствіе этого измѣнитъ во многомъ машинное и заводское дѣло вообще.

---

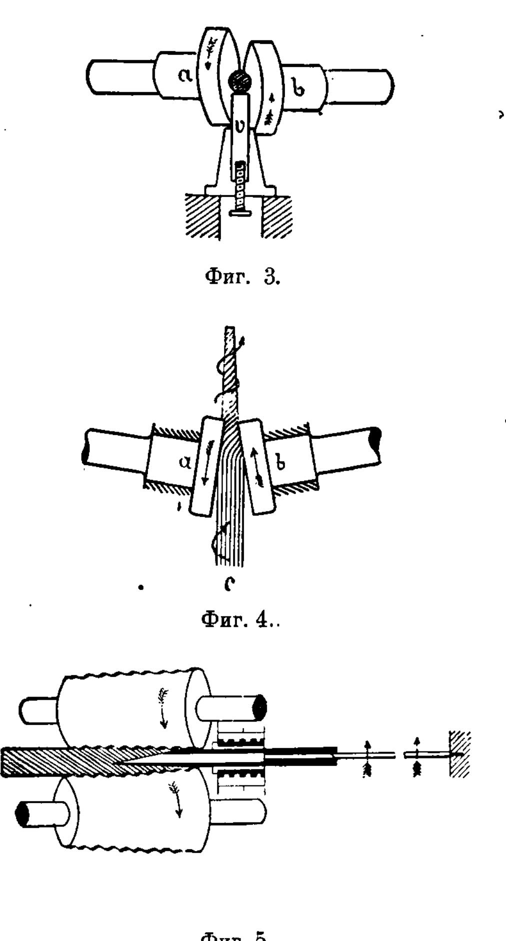
Въ дополненіе къ статьѣ проф. Рело считаемъ небезъинтереснымъ привести еще нѣкоторыя свѣдѣнія изъ Свода привиллегій, выданныхъ въ Россіи, относительно маннесманновскаго способа прокатки въ наклонныхъ валкахъ и изготовленія трубъ.

Чтобы сообщить наружнымъ волокнамъ прокатываемой болванки скручиваніе на подобіе каната, болванка приводится во вращеніе между двумя плоскими патронами, какъ показано на фиг. 3 и 4, или же между двумя или нѣсколькими коническими валками (фиг. 6), причемъ ей сообщается также и медленное поступательное движеніе. При такой обработкѣ сопротивленіе растяженію и ковкость желѣза значительно увеличиваются, такъ какъ волокна сплачиваются между собой тѣснѣе, увеличивается сопротивленіе сдвиганію волоконъ, а слѣдовательно, и разрыву. Прокатные диски располагаются такъ, чтобы ихъ горизонтальныя оси были нѣсколько наклонны одна къ другой и одна ось нѣсколько выше другой, причемъ ихъ взаимный наклонъ можно измѣнять. Оба диска $a$ и $b$ вращаются съ одинаковой скоростью, но въ противуположныя стороны и производятъ вращеніе прокатываемой болванки. Послѣднюю поддерживаютъ направляющіе катки или бабки $v$ (фиг. 3). Кромѣ того можно измѣнять и наименьшее разстояніе между дисками и, слѣдовательно, можно прокатывать круглое желѣзо произвольнаго размѣра. Наконецъ, скручиваніе волоконъ можетъ быть также различное въ зависимости отъ скорости поступательнаго движенія предмета и отъ взаимнаго наклона дисковъ. Наибольшее скручиваніе

придается тому желѣзу, которое предназначается для выдѣлки гаекъ, цѣпей, проволоки, проволочныхъ канатовъ и пр., а также желѣзу и стали, идущимъ на изготовленіе ружейныхъ стволовъ.

Прокаткой въ коническихъ (или цилиндрическихъ) валкахъ, наклонно расположенныхъ, придаютъ поперечному сѣченію металла другое очертаніе.

Вмѣсто сплошныхъ болванокъ, можно прокаты-




Фиг. 3.

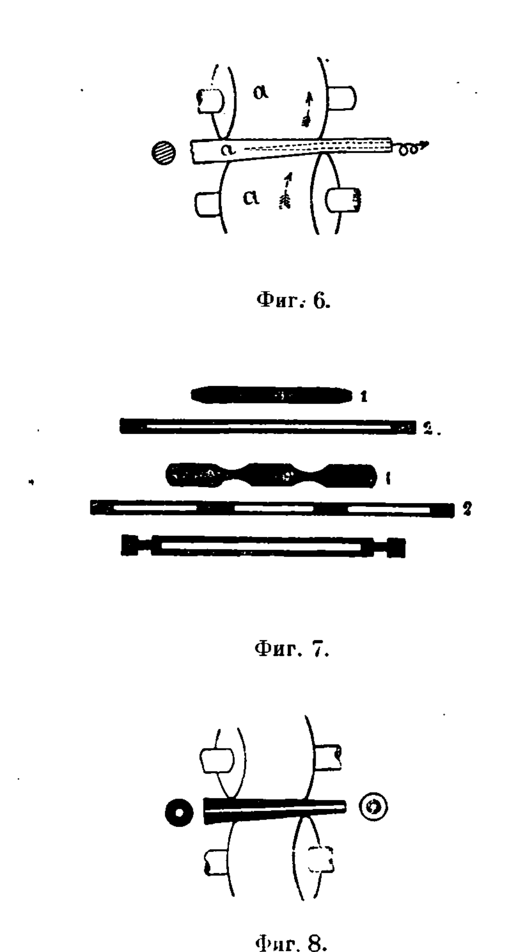
Фиг. 4.

Фиг. 5.

вать и пустотѣлыя, причемъ сердечникъ можетъ быть по длинѣ различнаго діаметра. Если нужно увеличить діаметръ трубы, то на валкахъ дѣлаются выступы, болѣе или менѣе параллельные осямъ (фиг. 5). Этимъ выступамъ или «раскаткамъ» придаютъ различныя формы. На прокатномъ станкѣ можно измѣнять какъ внутренній, такъ и наружный діаметръ прокатываемыхъ трубъ въ какомъ угодно мѣстѣ длины и, слѣдовательно, является возможность получить пустотѣлые фасонные стержни какого угодно вида извнутри и снаружи.

И такъ, на универсальномъ прокатномъ станкѣ изобрѣтателей можно прокатывать какъ сплошныя, такъ и пустотѣлыя болванки, причемъ имъ можно придавать всякое произвольное поперечное сѣченіе.

Относительно маннесманновскаго производства трубъ прокаткой можно добавить слѣдующее. Въ валкахъ *aa*, расположенныхъ такъ, какъ описано въ статьѣ Рело (фиг. 6), прокатывается металлическая болванка, нагрѣтая до такой температуры, при которой она становится достаточно мягкой, или просто мягкая при обыкновенной температурѣ. Размѣръ образующагося при этомъ внутренняго канала зависитъ: 1) отъ соотношенія скоростей вращательнаго и поступательнаго движеній болванки;




Фиг. 6.

Фиг. 7.

Фиг. 8.

при нѣкоторомъ отношеніи внутренній діаметръ будетъ наибольшій, а всякое измѣненіе отношенія въ ту или другую сторону уменьшаетъ этотъ діаметръ; 2) отъ положенія болванки между валками (наибольшее отверстіе получается при центральномъ положеніи); 3) отъ степени уменьшенія размѣровъ болванки; 4) отъ наклона другъ къ другу рабочихъ поверхностей валковъ; 5) отъ угла закручиванія волоконъ болванки и 6) отъ очертанія рабочихъ поверхностей валковъ. Образованію канала способствуютъ выступы на этихъ поверхностяхъ, такъ какъ они увеличиваютъ размѣры наружной поверхности болванки.

Если между валками такой системы прокатывать заостренную съ конц въ болванку, какъ на фиг. 7, I, или съ перехватами по длинѣ въ нѣсколькихъ мѣстахъ, какъ на фиг. 7 второе I, то такая болванка, какъ объяснено въ статьѣ проф. Рело, принимаетъ форму

трубчатаго тѣла съ однимъ или нѣсколькими каналами, какъ показано на фиг. 7 второе II. Такимъ образомъ можно прокатывать, напримѣръ, желѣзнодорожныя и другія оси пустотѣлыми (фиг. 7 нижняя), но со сплошными концами; подобныя подѣлки можно разрѣзать для изготовленія артиллерійскихъ снарядовъ или другихъ надобностей.

Если болванка прокатывается уже снабженная небольшимъ каналомъ, то при надлежащей установкѣ валковъ можно увеличить этотъ каналъ, независимо отъ уменьшенія наружныхъ размѣровъ болванки (фиг.. 8). Кромѣ того внутреннія стѣнки трубки можно сдѣлать какъ угодно гладкими и полированными, измѣняя давленіе на вводимый въ трубку сердечникъ.

Для болѣе полнаго сглаживанія внутренней поверхности трубы, кромѣ сердечника, можно пользоваться: 1) сравнительно слабымъ треніемъ болванки о рабочія поверхности валковъ, которое производитъ такъ называемое «силозамкнутое скручиваніе волоконъ болванки», или 2) давленіемъ на болванку рабочихъ поверхностей, снабженныхъ выступами или насѣчкой, которое вызываетъ «парозамкнутымъ скручиваніемъ волоконъ». Стѣнки канала бываютъ обыкновенно тѣмъ ровнѣе, чѣмъ больше при его образованіи скручивались волокна, такъ какъ при этомъ всѣ трещины, пузыри и прочія неровности въ металлѣ растягиваются и дѣлаются узкими, располагаясь концентрично, вслѣдствіе чего металлъ при остываніи меньше стягивается и трескается. При надлежащихъ условіяхъ прокатки *можно получить трубки совершенно гладкія* и безъ всякихъ трещинъ *даже безъ посредства сердечника.*

Вышеупомянутыми скручиваніями волоконъ при прокаткѣ болванокъ достигается удлинненіе и утоненіе волоконъ и притомъ больше соотвѣтствующаго уменьшенію размѣровъ болванки. Такимъ образомъ даже для предметовъ большихъ размѣровъ можно достигнуть почти той же крѣпости металла, какая до сихъ поръ получалась лишь при прокаткѣ въ малыхъ размѣрахъ. Кромѣ того металлы съ зернистымъ строеніемъ (сталь, желѣзо и др.) при прокаткѣ получаютъ сложеніе болѣе мелкозернистое или даже волокнистое.

Если замедлять или задерживать вращеніе болѣе толстыхъ частей болванки, то у внутреннихъ слоевъ металла скручиваніе волоконъ будетъ больше, чѣмъ у наружныхъ. Если болванку со скрученными уже волокнами подвергнуть еще операціи скручиванія въ противуположную сторону, то часть ея волоконъ или всѣ будутъ снова выпрямлены. При надлежащемъ выборѣ условій можно получить болванки съ прямолинейными, дугообразными или зигзагообразными волокнами. Подобное скручиваніе въ противуположныя стороны можно произвести и въ одинъ пріемъ, пропуская болванку чрезъ двѣ или нѣсколько установленныхъ одна за другой системъ валковъ или же чрезъ одну пару, различныя части поверхностей которыхъ имѣютъ различную скорость или направленіе вращенія. Скручиваніе волоконъ въ противуположныя стороны происходитъ и въ томъ случаѣ, когда первая пара валковъ вращаетъ болванку постоянно съ большей скоростью, чѣмъ вторая. Такую прокатку для нѣкоторыхъ металловъ можно повторять нѣсколько разъ, вслѣдствіе чего на поверхности трубки получаются сложные рисунки или такъ называемый дамаскъ.

Приготовляемыя по этому способу тонкостѣнныя трубки можно утолщать на концахъ помощію какихъ либо приспособленій и дѣлать на этой утолщенной части нарѣзку. Кромѣ того, *трубки съ винтообразными концами можно прокатывать и прямо*, такъ что послѣдующее *нарѣзаніе* будетъ *не нужно.* Точно также можно получать посредствомъ одной прокатки готовыми винтовыя муфты, навинчиваемыя на концы трубокъ; для этого можно пользоваться обрѣзками тонкостѣнныхъ трубокъ.

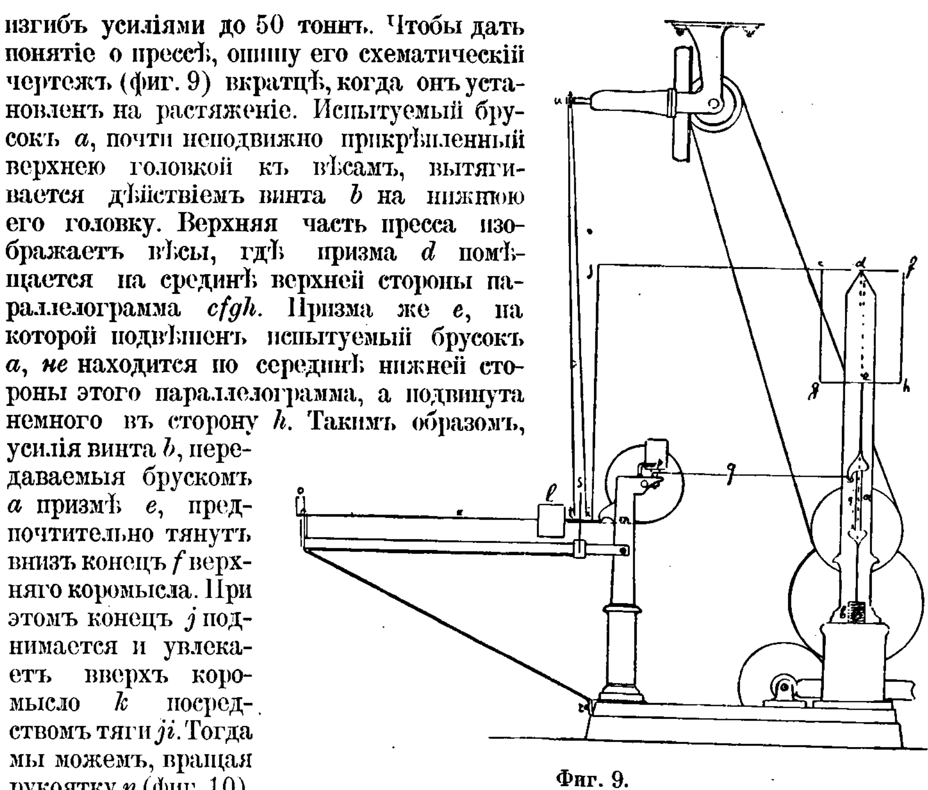
Процессъ прокатки трубъ изъ массивныхъ болванокъ безъ посредства сердечника можно вести отдѣльно отъ послѣдующаго выравниванія или расширенія канала лишь въ исключительныхъ случаяхъ, при изготовленіи трубокъ очень малаго діаметра или съ толстыми стѣнками. Точно также прокатка на сердечникѣ трубокъ съ готовымъ уже каналомъ можетъ примѣняться только въ рѣдкихъ случаяхъ, такъ какъ изготовленіе трубокъ обходится теперь дорого и введеніе добавочнаго процесса было бы неэкономично. Только соединеніе тогѣ и другаго процесса даетъ удовлетворительные въ экономическомъ отношеніи результаты. Полученные по первому процессу пустотѣлые предметы нагрѣваются снова и, подвергнувшись обработкѣ по второму способу, выходятъ въ видѣ совершенно готовыхъ для употребленія трубокъ. Впрочемъ, болванку можно прокатывать сразу чрезъ двѣ или нѣсколько паръ расположенныхъ рядомъ валковъ той и другой конструкціи, или даже въ однихъ и тѣхъ же валкахъ, избѣгая вторичнаго подогрѣванія трубъ. Тогда трубка, образующаяся въ первой половинѣ валковъ, выходитъ не совершенно гладкой внутри; съ поверхности выступаютъ во внутрь отдѣльныя волокна, полуотдѣлившіяся отъ массы металла при разрывѣ болванки, но онѣ придавливаются къ стѣнкамъ и привариваются къ нимъ при прохожденіи трубки по сердечнику.

Болѣе подробныя свѣдѣнія объ этой прокаткѣ можно найти въ *Сводѣ Привиллегій*, за 1889 г., №№ 41—80. *Д. Г.*

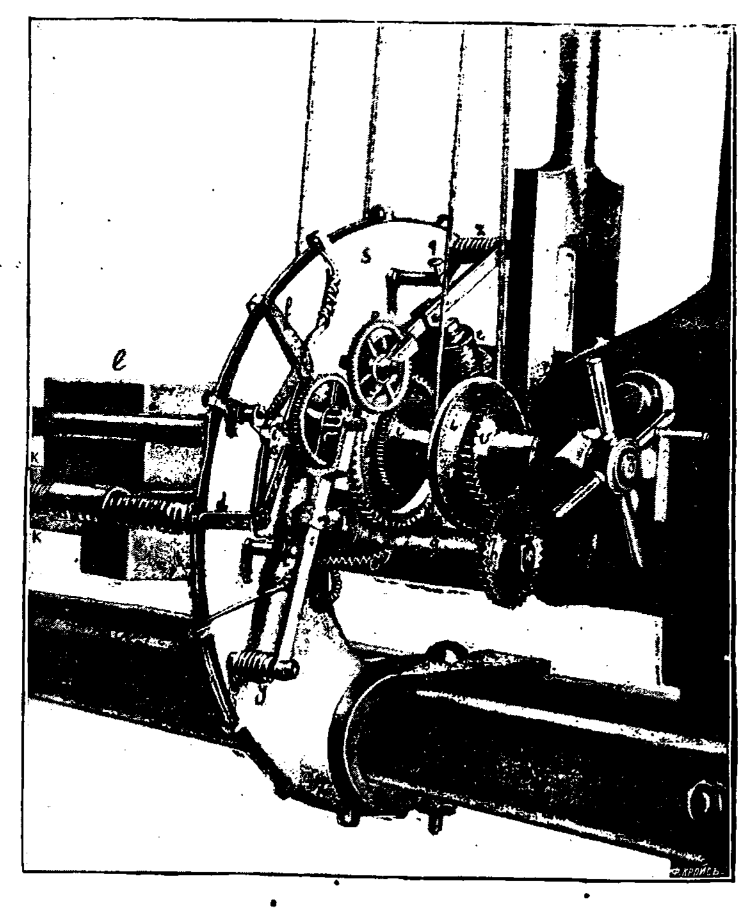
## Приборъ для автоматическаго перемѣщенія противовѣса въ прессѣ Мора для испытанія матерьяловъ

Въ послѣдніе годы въ заводахъ укоренилось сознаніе необходимости испытывать у себя принимаемые и отпускаемые матерьялы. Два съ половиною года тому назадъ, С.-Петербургскій Арсеналъ обзавелся прессомъ Мора и Федергаффа для испытанія матерьяловъ на растяженіе, сжатіе и

изгибъ усиліями до 50 тоннъ. Чтобы дать понятіе о прессѣ, опишу его схематическій чертежъ (фиг. 9) вкратцѣ, когда онъ установленъ на растяженіе. Испытуемый брусокъ *a*, почти неподвижно прикрѣпленный верхнею головкой къ вѣсамъ, вытягивается дѣйствіемъ винта *b* на нижнюю его головку. Верхняя часть пресса изображаетъ вѣсы, гдѣ призма *d* помѣщается на срединѣ верхней стороны параллелограмма *cfgh*. Призма же *e*, на которой подвѣшенъ испытуемый брусокъ *a*, *не* находится по срединѣ нижней стороны этого параллелограмма, а подвинута немного въ сторону *h*. Такимъ образомъ, усилія винта *b*, передаваемыя брускомъ *a* призмѣ *e*, предпочтительно тянутъ внизъ конецъ *f* верхняго коромысла. При этомъ конецъ *j* поднимается и увлекаетъ вверхъ коромысло *k* посредствомъ тяги *ji*. Тогда мы можемъ, вращая рукоятку *n* (фиг. 10), передать колесами *v* и *h* вращеніе ходовому винту *g*, качающемуся вмѣстѣ съ коромысломъ *k*, и подвинуть такимъ образомъ грузъ *l* по коромыслу *k* прочь отъ его оси качаній до тѣхъ поръ, пока мы не уравновѣсимъ усилія, поднимающія коромысло *k*, такъ что указатели *o* станутъ одинъ противъ другаго. Шнуръ *m* (фиг. 9), привязанный къ грузу *l*, поднимаетъ перо *p* при его отодвиганіи отъ оси *n* качаній коромысла *k*, а проволочка *q* вращаетъ подъ перомъ барабанъ съ графленой бумагой по мѣрѣ вытягиванія испытуемаго бруска. На барабанѣ получается кривая зависимости между удлиненіями испытуемаго бруска и силами, потреб-



Фиг. 9.



Фиг. 10.

ными для того, чтобы произвести эти удлиненія. Къ сожалѣнію, сюда примѣшивалась третья независимая перемѣнная — внимательность человѣка, слѣдящаго за тѣмъ, чтобы подвижной указатель *o* во время опыта стоялъ противъ неподвижнаго. Возможность замѣнить его автоматическимъ электромагнитнымъ приборомъ заняла меня и вотъ болѣе, чѣмъ два года, какъ онъ мною установленъ и работаетъ смѣло, чувствительно и надежно. Устройство моего прибора состоитъ въ слѣдующемъ:

Недалеко отъ пресса стоитъ въ шкапу аккумуляторъ, отъ котораго одна проволока закрѣплена подъ гайкой *r*, (фиг. 9 внизу) такъ что другой проволокой можно извлечь искру изъ любаго мѣста пресса. Съ этою цѣлью мы пользуемся концомъ рычага *k* близъ подвижнаго указателя *o*. Выше и ниже этого мѣста мы ставимъ по контактному винту, которыми мы кстати можемъ регулировать колебанія коромысла *k* въ болѣе или менѣе широкихъ предѣлахъ. При прикосновеніи коромысла къ верхнему или нижнему изъ этихъ винтовъ, токъ черезъ нихъ проходитъ въ обмотку одного изъ электромагнитовъ *c*, или *e* (фиг. 10), а затѣмъ черезъ соотвѣтственный коммутаторъ *d*, или *f* (когда опущены ихъ концы, ближайшіе къ буквамъ) проходитъ въ изолированный кружокъ *b*, въ борнъ *a* и отъ него по проволокѣ обратно въ аккумуляторъ. Такимъ образомъ, соединивъ одинъ, или оба коммутатора

съ кружкомъ *b*, мы даемъ возможность верхнему электро-магниту притянуть свой якорь, когда коромысло *k* (фиг. 9) упало, а нижнему работать, когда коромысло *k* поднялось. На валъ *mn* (фиг. 10) наглухо надѣто зубчатое колесо *j*, а по обѣимъ его сторонамъ свободно въ холостую надѣты трубки *i* и *t*. (Вторая не видна на фиг. 10; ея мѣсто указано на фиг. 9). На подвѣскѣ (фиг. 9) пристроенъ маленькій ступеньчатый шкивокъ *u* о двухъ скатахъ, вращающійся въ рабочее время съ постоянною скоростью, независимо отъ того, происходитъ ли опытъ, или нѣтъ. Отъ него проведены къ ступеньчатымъ шкивамъ трубокъ *i* и *t* шнурки, надѣтые первый въ перекрестъ, а второй прямо. Такимъ образомъ зубчатыя колеса *i* и *t* вращаются съ постоянною скоростью въ противуположныхъ направленіяхъ. Положимъ теперь, что коромыслю *k* (фиг. 9) опустилось, нижній контактъ замкнулся, электро-магнитъ *e* притянулъ свой якорь (фиг. 10) и колесо *o*, войдя въ сцѣпленіе съ *i*, завертѣлось. Составляющая съ колесомъ *o* одно цѣлое, шестеренка *p*, при этомъ, сцѣпляется съ зубчатымъ колесомъ *j*, вращаетъ и его и валъ *mn*, а съ нимъ и колеса *v* и *h* и винтъ *g*. Вслѣдствіе этого грузъ *l* приближается къ оси качаній коромысла *k*, пока не наступитъ равновѣсіе и нижній контактъ не нарушится. Такимъ же разсужденіемъ объясняется возстановленіе равновѣсія при помощи моего прибора, когда оно нарушено въ другую сторону и коромысло *k* поднято кверху. Винтики *q* и *r* назначены для ограниченія качаній якорей, которые, подъ дѣйствіемъ пружинъ *y* и *z*, отходятъ отъ электро-магнитовъ при размыканіи цѣпи около конца коромысла *k*. На фиг. 10 коммутаторы показаны поднятыми. При этомъ мой приборъ исключенъ изъ дѣйствія, и тогда въ прессѣ надо поддерживать равновѣсіе въ ручную. Во время дѣйствія мой приборъ возстановляетъ нарушенное равновѣсіе съ быстротой, которую можно регулировать ступеньчатыми шкивами *t*, *v* и *u*. Обыкновенно работаютъ среднія ступени шкивовъ. При частыхъ опытахъ аккумуляторъ служитъ недѣли двѣ, послѣ чего его замѣняютъ запаснымъ. Сила его избыточна, такъ что въ цѣпь введена катушка сопротивленія.

Наведя недавно историческія справки, я нашелъ, что первый испытательный прессъ съ приборомъ, достигающимъ той же цѣли, что и мой, работаетъ уже 8 лѣтъ въ «Департаментѣ испытаній и опытовъ» въ Вашингтонѣ (Arthur V. Abbot. Testing machines, their history, construction and use). Его сложность вызвала въ американскихъ заводахъ стремленія къ упрощенію и въ январьской книжкѣ «Mechanics» нынѣшняго года я встрѣчаю описаніе машины Ольсена (Olsen & Co. Philad'a, U. S. A.) съ приборомъ, въ принципѣ подходящимъ къ моему. Приборъ Ольсена изобрѣтенъ два года спустя послѣ моего, но такъ какъ я о своемъ еще нигдѣ не печаталъ, мысли Ольсена и мои работали независимо, почему и результаты расходятся въ деталяхъ устройства. Такъ напримѣръ, у Ольсена оказывается, что нѣтъ шнуровъ и зубчатыхъ колесъ, а есть колеса тренія.




Фиг. 11.

**Князь Андрей Гагаринъ.**

---

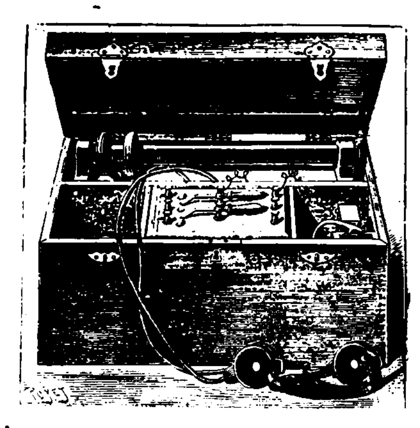
# Схизеофонъ.

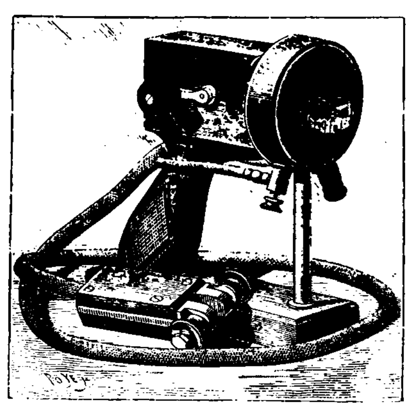
Этотъ приборъ весьма интересенъ для артиллеристовъ, металлическихъ заводчиковъ, желѣзно-дорожныхъ техниковъ и т. п., потому что позволяетъ открывать пороки внутри металлическихъ массъ.

Напримѣръ, снаряды для пробивки брони, приготовляемые изъ хромистой стали, крѣпко закаленной, представ-

ляютъ внутри центры большихъ натяженій, вслѣдствіе чего образуются раковины, внутреннія трещины и т. п. пороки. Такіе снаряды никуда негодны, такъ какъ ихъ вершина обыкновенно разбивается о ту броню, которую они должны пробить. Упомянутые пороки чаще всего не имѣютъ никакихъ наружныхъ признаковъ; постукиваніе молоткомъ и разница въ звукѣ на мѣстахъ цѣльныхъ и имѣющихъ пороки не можетъ быть уловима человѣческимъ ухомъ, вслѣдствіе недостаточной его чувствительности. Конечно, все то, что мы сказали о снарядахъ, относится также къ пушечнымъ трубамъ, къ осямъ, рельсамъ и т. п.

Капитанъ Людвигъ де-Пласъ, профессоръ фортификаціи и прикладныхъ наукъ во французской кавалерійской школѣ, примѣнилъ микрофонъ, извѣстнымъ образомъ расположенный и обставленный, для того, чтобы опредѣлять внутреннія пустоты металловъ. Этотъ приборъ есть остроумное примѣненіе вѣсовъ д-ра Юза. Соединивъ микрофонъ съ механическимъ ударникомъ и звукоизмѣрителемъ, г. де-Пласъ построилъ инструментъ, носящій имя схизеофона; этотъ инструментъ даетъ возможность услышать разницу звуковъ при стукѣ на здоровомъ мѣстѣ метaлла и на такомъ, гдѣ есть внутренняя пустота. Прилагаемые рисунки фиг. 11 и 12 показываютъ дѣйствіе этого прибора какъ въ помѣщеніи для испытанія, такъ и въ комнатѣ, гдѣ выслушиваютъ. Положимъ, что на фиг. 11 лѣвой представленъ снарядъ, который долженъ быть подвергнутъ испытанію и въ которомъ, предположимъ, есть раковины. Черезъ кольцеобразный микрофонъ особой формы и конструкціи проходитъ металлическій стержень, приводящійся въ дѣйствіе чрезвычайно простымъ механизмомъ, придающимъ ему движеніе взадъ и впередъ при вращеніи ручки, показанной на фиг. 12 правой.





Фиг. 12.

Въ цѣпи, между микрофономъ и наводящей катушкой, укрѣпленной на нулѣ раздѣленной на градусы линейки, помѣщена батарея. По этой линейкѣ можетъ двигаться другая, наведенная катушка, въ цѣпи которой находятся два телефона, устроенные такимъ образомъ, что они сами держатся на головѣ.

Понятно, что когда металлическій стержень ударяетъ по плотнымъ мѣстамъ испытуемаго металла, и наведенная катушка будетъ поставлена рядомъ съ наводящей, то телефоны дадутъ звукъ, который будетъ уменьшаться по мѣрѣ удаленія индукціонной катушки отъ наводящей; наконецъ, наступитъ моментъ, когда звукъ въ телефонахъ исчезнетъ. Если при продолженіи испытанія стержень ударитъ противъ пустоты, то она дастъ извѣстный резонансъ и звукъ увеличится, микрофонъ снова измѣнитъ сопротивленіе внѣшней цѣпи и звукъ снова появляется въ телефонахъ. Такимъ образомъ внутренній недостатокъ будетъ обнаруженъ.

Схизеофонъ помѣщается въ переносномъ ящикѣ, имѣющемъ 4 отдѣленія (фиг. 12): 1-е—для выслушивателя съ его катушками, 2-е—для телефоновъ, 3-е—для механическаго ударника съ микрофономъ (фиг. 12 правая) и 4-е—для шести сухихъ элементовъ системы де-Пласа. Эти элементы раздѣлены на двѣ батареи, при чемъ въ каждой получаются три элемента, соединенныхъ послѣдовательно; комутаторъ, помѣщенный на крышкѣ, позволяетъ вводить батареи попеременно каждые $^1/_4$ часа, вслѣдствіе чего избѣгается ослабленіе тока отъ поляризаціи. Спеціальный поглотитель дѣйствующей жидкости, изобрѣтенный капитаномъ де-Пласъ и названный имъ *мелазиномъ*, не увеличиваетъ внутренняго сопротивленія элементовъ, не пересыхаетъ, позволяетъ избѣгнуть ползучихъ солей и поддерживаетъ дѣйствующую поверхность цинковъ въ постоянной чистотѣ.

Внутренняя трещина, появившаяся въ машинномъ валу, недавно замедлила поступленіе на службу одного изъ французскихъ крейсеровъ. Подобный случай можетъ произойти вездѣ во время мобилизаціи и такимъ образомъ парализовать оборону. При схизеофонѣ еженедѣльное или ежемѣсячное испытаніе машинныхъ валовъ становится удобнымъ и легкимъ; трещины образуются внутри прежде, чѣмъ онѣ проявятся на поверхности.

Недавно происходили опыты со схизеофономъ въ Эрманѣ, въ складѣ матерьяловъ французской Сѣверной желѣзной дороги. Въ теченіе цѣлаго утра схизеофонъ дѣйствовалъ въ присутствіи инженеровъ общества, указывая внутренніе пороки въ рельсахъ; мѣста эти тотчасъ же обозначались на поверхности красною краской. Затѣмъ рельсы эти были переломлены на указанныхъ мѣстахъ и вездѣ оказались болѣе или менѣе значительныя трещины *) Для того, чтобы этотъ инструментъ давалъ хорошія показанія, надо, чтобы одинъ человѣкъ постоянно слушалъ въ телефоны, а другой производилъ бы постукиваніе. Въ практикѣ оказалось лучшимъ не отодвигать наведенной катушки до полной тишины, а останавливать когда въ телефонѣ слышенъ еще незначительный звукъ; увеличеніе звука и будетъ доказательствомъ присутствія внутренней пустоты.

Понятно, насколько важно для желѣзно-дорожныхъ компаній имѣть рельсы безъ внутреннихъ пороковъ, иначе они ломаются, вслѣдствіе чего поѣзда соскакиваютъ съ рельсовъ. Схизеофонъ устраняетъ подобные случаи, если они происходятъ отъ недостатковъ въ рельсахъ.

(Nature). *В. В.*

## Индикаторъ для артиллерійскихъ орудій лейтенанта Фиска.

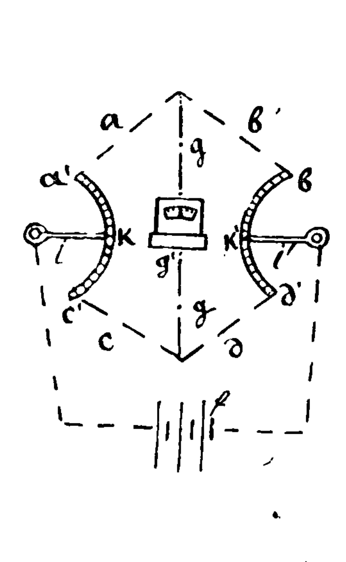
Въ одномъ изъ предыдущихъ нумеровъ «Электричества» былъ описанъ дальномѣръ этого изобрѣтателя; теперь мы имѣемъ возможность познакомить читателей съ другимъ его

*) Къ сожалѣнію, неизвѣстно, были ли сдѣланы опыты перелома рельсовъ въ такихъ мѣстахъ, гдѣ не было красныхъ мѣтокъ, и не обнаружилось ли при этомъ пороковъ, не замѣченныхъ схизеофономъ. *Ред.*

изобрѣтеніемъ, которое служитъ для быстраго и точнаго прицѣливанія какого угодно числа орудій, расположенныхъ въ различныхъ мѣстахъ и на различныхъ разстояніяхъ отъ мишени или щита и отъ прибора.

Этотъ приборъ, по мнѣнію изобрѣтателя, въ особенности пригоденъ для фортовъ, гдѣ нельзя пользоваться дальномѣромъ для всѣхъ орудій. Обыкновенно примѣняемая теперь система раздѣленія гаваней и рейдовъ на квадраты оказывается далеко неудовлетворительною при стрѣльбѣ съ фортовъ по движущимся судамъ, — при ней не можетъ быть и рѣчи о быстромъ и точномъ прицѣливаніи, особенно когда приходится имѣть дѣло съ нѣсколькими судами. То и другое, будто бы, обезпечивается приборомъ лейтенанта Фиска, описаніе котораго заимствуемъ изъ амер. *Electrical World*.

Дѣйствіе индикатора Фиска основано на слѣдующемъ свойствѣ схемы, извѣстной подъ названіемъ Уитстонова мостика. На фиг. 13 изображена такая схема, гдѣ *f* — батарея элементовъ; *g* — вѣтвь гальванометра *g'*; *a*, *b'*, *c* и *d* — четыре вѣтви мостика; *a' c'* и *b d'* — двѣ металлическія дуги, части которыхъ входятъ въ разныя вѣтви мостика *abcd*, смотря по положенію металлическихъ стрѣлокъ *i* и *i'*, передающихъ




Фиг. 13.

токъ отъ батареи въ схему. Гальванометръ *g'* показываетъ нуль тогда, когда сопротивленія вѣтвей относятся другъ къ другу такъ:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \text{ или, что все равно } \frac{a}{c} = \frac{b}{d}.$$

Если такое равенство достигнуто при положеніи стрѣлокъ *i* и *i'* въ точкахъ *k* и *k'*, раздѣляющихъ дуги пополамъ, тогда, при подвиганіи, положимъ, стрѣлки *i* вверхъ, стрѣлка гальванометра отклонится въ извѣстную сторону вслѣдствіе уменьшенія сопротивленія вѣтви *a*. Для приведенія гальванометра къ нулю необходимо будетъ подвинуть стрѣлку *i* вверхъ настолько, чтобы приведенное выше уравненіе возстановилось.

Понятно, что дуги *k* и *k'* могутъ находиться далеко одна отъ другой и тогда, при соединеніи ихъ проводами по данной схемѣ, является возможность изъ *k* задавать опредѣленное положеніе для стрѣлки *i'* на *k'*; вѣрность этого положенія будутъ знать въ *k'*, наблюдая гальваноскопъ *g'*, который долженъ находиться въ этомъ пунктѣ.

Теперь упомянемъ объ условіяхъ для наиболѣе чувствительныхъ показаній гальванометра *g'*.

1) Всѣ четыре вѣтви *aa'k*, *cc'k*, *b'bk'* и *dd'k'* должны быть по возможности равны между собою и равны сопротивленію гальваноскопа *g'*.

2) Сопротивленіе соединительныхъ проводовъ *a*, *b'*, *c*, *d* и *g* должны быть какъ можно ближе къ 0.

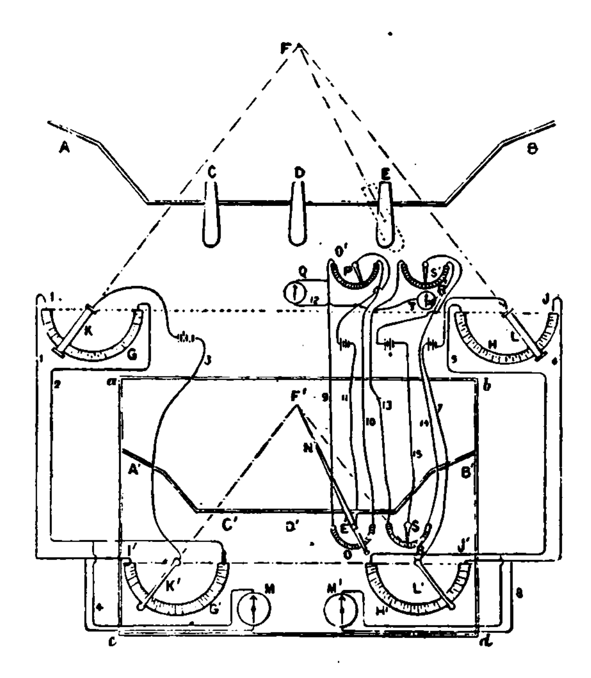
3) Сила тока отъ батареи должна быть по возможности велика.

4) Дуги *a'c'* и *bc'* должны представлять сравнительно большое сопротивленіе.

Первое условіе возможно соблюсти въ практикѣ; второе представляетъ большія затрудненія при удаленности пунктовъ *k* и *k'*; третье затруднительно какъ по величинѣ требуемой батареи, такъ и потому, что четвертое условіе требуетъ уменьшенія площади сѣченія дугъ, слѣдовательно, ограничиваетъ силу тока.

Къ этому слѣдуетъ добавить, что сопротивленія: проводовъ *g*, проводовъ отъ батарей до точекъ *k* и *k'*, контактовъ въ этихъ точкахъ, а также непостоянство силы тока батареи — не имѣютъ вліянія на *появленіе* и *направленіе* силы тока, идущаго черезъ гальваноскопъ, а слѣдовательно, и на нулевое положеніе стрѣлки гальваноскопа.

Индикаторъ Фиска располагается у каждой группы орудій и тогда, смотря по усмотрѣнію командира форта, эти различ-




Фиг. 14.

ныя группы можно сосредоточивать на одно судно или стрѣлять по нѣсколькимъ.

На фиг. 14 *AB* представляетъ линію бруствера форта или другаго укрѣпленія, *C*, *D* и *E* — орудія форта, обстрѣливающія мѣстность, на которой находится цѣль *F*. Индикаторъ даетъ возможность нацѣливать точно всѣ орудія на цѣль, хотя бы послѣдняя была не видна для прислуги этихъ орудій. Для ясности мы будемъ разсматривать только одно орудіе *E*, предполагая, что то же самое пришлось бы говорить и относительно другихъ.

Симметрично относительно линіи базы *IJ* и въ отдаленіи отъ орудій расположены двѣ дуги *G* и *H* изъ проводящаго матеріала, такъ чтобы изъ этихъ пунктовъ всегда можно было видѣть площадь обстрѣла орудій; для этой цѣли для нихъ лучше выбирать возвышенныя мѣста.

По дугамъ *G* и *H* двигаются свободные концы поворотныхъ зрительныхъ трубъ *K* и *L*, все время сохраняя электрическое соприкасаніе съ ними. Эти трубы можно направить на цѣль *F*, которая будетъ такимъ образомъ находиться на пересѣченіи осей зрѣнія этихъ двухъ трубъ.

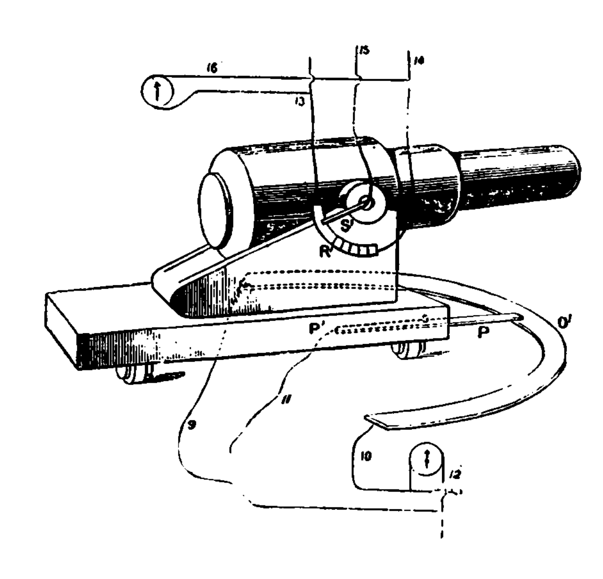
Въ отдаленіи отъ орудій и дугъ *G* и *H* и обыкновенно въ мѣстѣ, прикрытомъ отъ непріятельскаго огня, устраивается такъ-называемая «прицѣльная станція», въ которой

имѣется карта или планъ разсматриваемой группы орудій и площади ихъ обстрѣла въ видѣ прямоугольника *abcd*. На планѣ линія $A'B'$ представляетъ линію $AB$ бруствера форта, а точки $C'$, $D'$ и $E'$ соотвѣтствуютъ точкамъ поворота орудій $C$, $D$ и $E$. Планъ составленъ въ опредѣленномъ масштабѣ, такъ что взятыя на немъ длины представляютъ дѣйствительныя разстоянія. Проведенная на немъ линія $I'J'$ соотвѣтствуетъ базѣ $IJ$ и въ свою очередь снабжена симметрично расположенными дугами $G'$ и $H'$ изъ проводящаго матеріала. По нимъ движутся и находятся въ постоянномъ соприкасаніи свободные концы рычаговъ $K'$ и $L'$, подобныхъ трубамъ $K$ и $L$. Та и другая дуга по формѣ и электрическому сопротивленію единицы длины подобна соотвѣтствующей дугѣ базы $IJ$. Оконечности каждой пары соотвѣтствующихъ дугъ, а также зрительная труба и поворотный рычагъ соединены между собой проводами 1, 2 и 3 съ одной стороны и 5, 6 и 7 съ другой, причемъ въ послѣднюю введена батарея. Между проводами 1 и 2 (или 5 и 6) введена вѣтвь 4 (или 8) съ гальванометромъ $M$ (или $M'$). Не трудно видѣть, что провода 1, 2, подвижнымъ шарниромъ съ двумя другими стрѣлками, ставится на точку $F'$. Другой конецъ стрѣлки двигается съ достаточнымъ треніемъ по дугѣ $O$ изъ проводника. У самаго орудія имѣется также дуга $O'$ съ указателемъ $P$, которая соединена по объясненному уже принципу съ дугой $O$; вслѣдствіе этого стрѣлку $P$ всегда можно поставить аналогично съ $N$, если подвигая $P$ остановить ея когда гальванометръ $Q$ остановится на нулѣ.

Дѣленія на стрѣлкѣ $N$ даютъ возможность опредѣлить разстояніе пересѣченія стрѣлокъ на планѣ отъ точки вращенія $E'$, т. е. дистанцію до цѣли; тогда поставивъ стрѣлку $S$ на дугѣ $R$ можно опредѣлить тотъ уголъ возвышенія, который нужно придать орудію, для того, чтобы при движеніи $S'$ по $R$ (фиг. 14 и 15) гальванометръ $J$ показывалъ нуль.

Дѣйствіе прибора значительно облегчается, если дуги $O'$ и $R'$ бываютъ придѣланы къ самому орудію, какъ показано на фиг. 15; тогда приходится двигать самое орудіе, а не стрѣлки, наблюдая за двумя гальванометрами.

Очевидно, такимъ способомъ можно управлять какимъ угодно числомъ орудій. Инструкціи наведенія орудія для




Фиг. 15.

3 и 4 (или 5, 6, 7 и 8), при $G$ и $G'$ (или $H$ и $H'$), батарея и гальванометръ $M$ (или $M'$) соединены между собой на подобіе мостика Уитстона; если, напримѣръ, подвинуть трубу $K$ направо по дугѣ $G$, то увеличится сопротивленіе плеча 1 и уменьшится у плеча $G$; то же самое произойдетъ при подобномъ же движеніи рычага $K'$ по дугѣ $G'$. Такимъ образомъ, если трубу $K$ поставятъ въ нѣкоторое положеніе на дугѣ $G$, то для приведенія гальванометра $M$ къ нулю необходимо только поставить рычагъ $K'$ подъ такимъ же угломъ къ базѣ $I'J'$, какъ и $K$ къ $IJ$; точно также, если рычагъ $L'$ поставить подъ тѣмъ же угломъ къ линіи $I'J'$, подъ какимъ расположена труба $L$ къ базису, то на гальванометрѣ $M'$ не будетъ никакого отклоненія.

Отсюда слѣдуетъ, что если наблюдатели направятъ обѣ трубы $K$ и $L$ на цѣль $F$, а третій наблюдатель у гальванометровъ одновременно съ этимъ поставитъ рычаги $K'$ и $L'$ такъ, чтобы гальванометры показывали на $O$, то эти рычаги будутъ стоять подъ тѣми же углами къ линіи $I'J$, какъ и трубы къ базису. Вслѣдствіе этого продолженныя оси рычаговъ $K'$ и $L'$ пересѣкутся въ точкѣ $F'$, которая представитъ на картѣ дѣйствительное положеніе цѣли $F$.

На картѣ *abcd* имѣются 3 поворотныя стрѣлки, изъ которыхъ на схемѣ у насъ показана только одна $N$; оси вращенія этихъ стрѣлокъ — точки $C'$, $D'$ и $E'$ и потому онѣ представляютъ собой положеніе орудій $C$, $D$ и $E$ въ горизонтальной плоскости. Одно плечо стрѣлки, соединенное прислуги крайне просты и ясны: надо только приводить къ нулю гальванометры, — никакихъ отчетовъ по шкаламъ не приходится дѣлать.

И такъ: трубы $K$ и $L$ (фиг. 14) служатъ для засѣчки цѣли $F$ и точнаго воспроизведенія ихъ направленій на планшетѣ *a b c d*. Засѣчка направленій $K'$ и $L'$ въ точкѣ $F'$ опредѣляетъ: во-первыхъ, посредствомъ дуги $O$, положеніе $P$ (фиг. 14 и 15), т. е. направленіе оси орудія на цѣль, и, во-вторыхъ, дѣленіями на стрѣлкѣ $N$ — дистанцію (по масштабу) до цѣли $F$; это, въ свою очередь, указываетъ уголъ возвышенія по таблицамъ, который устанавливается на дугѣ $R$ посредствомъ рычага $S$ и воспроизводится на дугѣ $R'$ у орудія указателемъ $S'$—автоматически.

Въ такомъ видѣ представляется эта система въ кабинетѣ на бумагѣ; въ дѣйствительности явится бездна практическихъ затрудненій, едва ли преодолимыхъ; начнемъ съ техническихъ:

Для точной наводки орудій необходимо имѣть: весьма чувствительные и въ то же время достаточно грубые гальванометры; дуги, по которымъ движутся контакты - достаточно массивныя и въ то же время такія, чтобы малыя доли градуса (смотря по длинѣ базы; напр. при 200 метрахъ до 10 секундъ) давали чувствительныя измѣненія въ разницѣ сопротивленій двухъ частей дуги, на которыя она всегда дѣлится контактомъ; чтобъ эти весьма малыя сопротивленія были всегда тожественны или пропорціональны при пере-

движеніи контактовъ по разнымъ элементамъ дугъ; чтобы сопротивленія разныхъ частей дугъ оставались всегда весьма точно неизмѣнными; чтобъ батареи были, по возможности, сильны.

Съ военной точки зрѣнія нужно имѣть въ виду слѣдующія возраженія:

Число проводовъ, соединяющихъ разные пункты, весьма велико и, оставляя въ сторонѣ значительную стоимость длинныхъ проводовъ съ большою площадью сѣченія, является затрудненіе въ защитѣ ихъ, и присоединеній ихъ къ орудіямъ, отъ поврежденія пулями, осколками и снарядами. Необходимо защитить отъ пораженія и вообще отъ всякаго рода наружныхъ поврежденій—дуги, составляющія вѣтви мостика, иначе начнутся невѣрныя показанія. Для приданія оси орудія надлежащаго направленія, при посредствѣ двухъ наблюдателей, существуютъ 3 инстанціи и каждая изъ нихъ вводитъ свою ошибку, сумма которыхъ можетъ имѣть большое значеніе. Передача заданныхъ направленій для орудія черезъ 3 инстанціи—продолжительна, а потому при стрѣльбѣ по движущимся цѣлямъ — на что, какъ сказано выше, претендуетъ изобрѣтатель—будетъ несомнѣнное запозданіе и несоотвѣтствіе въ нужный моментъ между направленіемъ оси орудія и положеніемъ цѣли.

Во всякомъ случаѣ, идея достаточно заманчива, чтобъ надъ ней поработать. Безъ сомнѣнія, гальванометры могли бы быть весьма грубыми и всѣ приведенныя выше затрудненія устранялись бы легко, если бы дуги, изображающія вѣтви мостика, можно было бы сдѣлать не сплошными, а разрѣзать на потребныя доли градусовъ; въ прорѣзи же включить отмѣренныя сопротивленія, сравнительно большія. Тогда, при перемѣщеніи контакта съ одного дѣленія на другое, разность сопротивленій вѣтвей мостика измѣнялась бы *сразу* въ значительной степени и не могло бы быть никакихъ колебаній въ опредѣленіи того момента, когда гальванометръ дѣйствительно показываетъ 0. При движеніи рычага, напр. $K'$, на одно дѣленіе вправо или влѣво, сразу получались бы рѣзкія отклоненія стрѣлки гальванометра въ одну или другую сторону. За то предстоитъ раздѣлить полуокружность, напримѣръ при точности въ 10 секундъ, на 64.800 частей. Какой радіусъ надо дать дугѣ чтобы каждое дѣленіе съ разрѣзомъ равнялось по крайней мѣрѣ около 3 мм.?—болѣе 60 саженъ, или же нужно усложнять систему передачами безконечными винтами и лишними дугами или кругами. *Г.* и *Ч.*

---

## Англійскіе авторитеты о подземныхъ линіяхъ высокаго напряженія.

(*Окончаніе*).

**В. 7.**—*Объясните, на сколько токи высокаго напряженія, постоянные и перемѣнные, необходимы для успѣшнаго и экономическаго распредѣленія электричества для освѣщенія и передачи силы, и изложите, какъ подѣйствовало бы на электрическое освѣщеніе, передачу силы и вообще на интересы публики, если бы употребленіе постоянныхъ и перемѣнныхъ токовъ высокаго напряженія было оставлено и все освѣщеніе и пр. производилось бы посредствомъ постоянныхъ токовъ низкаго напряженія?*

**Томсонъ.**—Масса мѣди, потребная для экономической передачи электрической энергіи на разстоянія больше мили (1,6 км.), на столько велика сравнительно съ величиной производимой работы, если потенціалъ ограничивается 100—200 в., что, по моему мнѣнію, было бы пагубно для электрическаго освѣщенія, передачи силы и вообще для интересовъ публики недопускать примѣненіе потенціаловъ гораздо выше 200 в.

**Гопкинсонъ.**—Важное преимущество системы высокаго напряженія заключается въ томъ, что генераторную станцію можно располагать на значительномъ разстояніи отъ мѣста, гдѣ должна производиться работа. Когда генераторные механизмы можно помѣстить вблизи мѣста работы, безъ сомнѣнія, примѣнима и система постоянныхъ токовъ. Но въ большихъ городахъ это часто бываетъ невозможно не только вслѣдствіе дороговизны мѣста, но и потому, что потребные сильные механизмы были бы непріятны для сосѣдей. Такимъ образомъ, если бы запретили токи высокаго напряженія, то для публики это имѣло бы два слѣдствія: увеличеніе стоимости снабженія электричествомъ и непріятныя послѣдствія отъ помѣщенія машинъ въ такихъ мѣстахъ, гдѣ это нежелательно.

**В. 8.**—*Можно ли постоянные и перемѣнные токи высокаго напряженія безопасно распредѣлять посредствомъ воздушныхъ проводовъ? Если можно, то при какихъ условіяхъ и съ какими предосторожностями?*

**Томсонъ.**—Да, я думаю, вполнѣ возможно, но не въ городахъ (даже и въ городахъ, при соблюденіи правилъ общественной безопасности). Для передачи на большія разстоянія по странѣ, я думаю, электрическую энергію можно передавать токами, постоянными или перемѣнными, чрезъ пару голыхъ мѣдныхъ проводовъ, на разстояніи отъ 12 до 30 см. одинъ отъ другаго, расположенныхъ на фарфоровыхъ или стеклянныхъ изоляторахъ и поддерживаемыхъ на столбахъ, при совершенной безопасности для публики. Надлежащимъ устройствомъ, я думаю, можно достичь практически полной безопасности отъ несчастныхъ случаевъ для человѣка или животныхъ вслѣдствіе разрыва проводовъ или ихъ отрыванія отъ столбовъ.

**Гопкинсонъ.**—Опытъ Гросвенорской компаніи показалъ, что перемѣнные токи высокаго напряженія можно безопасно распредѣлять посредствомъ воздушныхъ проводовъ; это достигается примѣненіемъ хорошо изолированныхъ проводовъ, проложенныхъ на отдѣльныхъ поддерживающихъ проволокахъ.

**Форбсъ.**—Постоянные или перемѣнные токи высокаго напряженія можно безопасно распредѣлять посредствомъ воздушныхъ проводовъ, если соблюдаются надлежащія правила. Центральная станція въ Grosvenor Gallery питаетъ около 15.000 лампъ въ 16 св. Вся установка выполнена наилучшимъ способомъ, механическое устройство линій превосходно, наблюденіе за ними не представляетъ никакихъ затрудненій. Въ настоящее время эстетическія соображенія не позволяютъ намъ подвѣшивать наши кабели на столбахъ по улицамъ. Въ городахъ, гдѣ на улицахъ позволены возвышенныя желѣзныя дороги, я не думаю, чтобы это соображеніе могло имѣть большое значеніе.

**В. 9.** — *Изложите по вашему усмотрѣнію другія соображенія, какія относятся къ этому предмету, а именно къ условіямъ, при которыхъ можно производить электрическое освѣщеніе изъ центральныхъ станцій всего безопаснѣе, успѣшнѣе и экономичнѣе.*

**Томсонъ.**—Сравнительно слабые токи, требуемые въ главныхъ проводахъ при системѣ перемѣнныхъ токовъ высокаго напряженія, даютъ ей много преимуществъ надъ всѣми системами низкаго напряженія; такъ, напримѣръ, малые размѣры проводовъ и, слѣдовательно, легкость прокладыванія и экономія въ первоначальной стоимости, безопасность отъ всякаго тока, достаточно сильнаго, чтобы произвести повреждение подъ землей или въ другомъ мѣстѣ отъ какихъ-либо случайныхъ боковыхъ сообщеній при перекрещиваніи.

**Гопкинсонъ.**—Въ своей собственной практикѣ я руководствовался, при выборѣ системы высокаго или низкаго напряженія, исключительно тѣмъ соображеніемъ, гдѣ слѣдуетъ помѣщать генераторную станцію. Если ее удобно можно устроить вблизи мѣста, гдѣ должна производиться вся работа, то я примѣняю систему непосредственнаго снабженія низкаго напряженія; въ противномъ случаѣ я совѣтую примѣнять перемѣнные токи высокаго напряженія.

---

## Электрическія желѣзныя дороги.

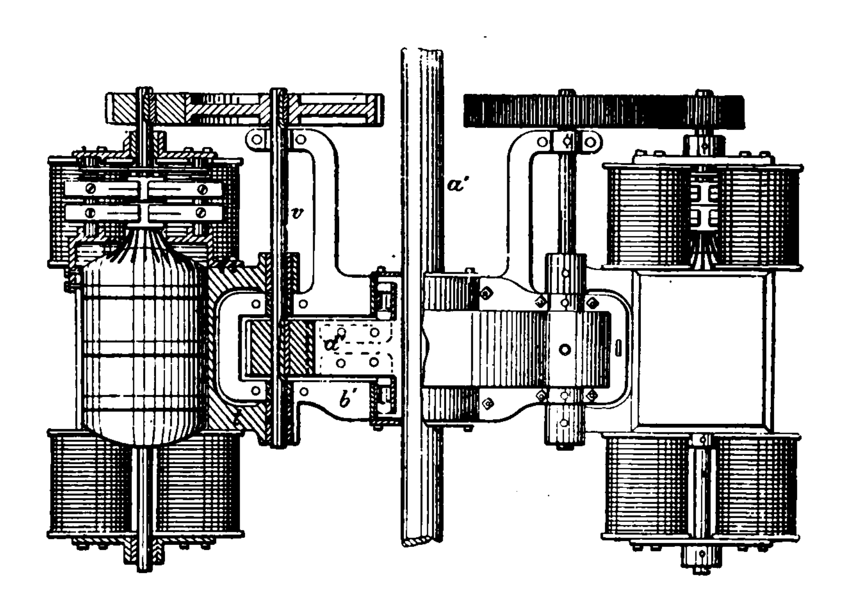
Главную часть электрическихъ вагоновъ составляетъ платформа, на которой поддерживается кузовъ вагона. Электро-двигатель обыкновенно поддерживается на осяхъ или гибкихъ связяхъ, которыя особенно необходимы при часто употребляемой передачѣ вращенія помощью зубчатыхъ колесъ.

Примѣромъ такого устройства можетъ служить представленный на фиг. 18 электро-двигатель *Спрага*. Вращеніе ве-

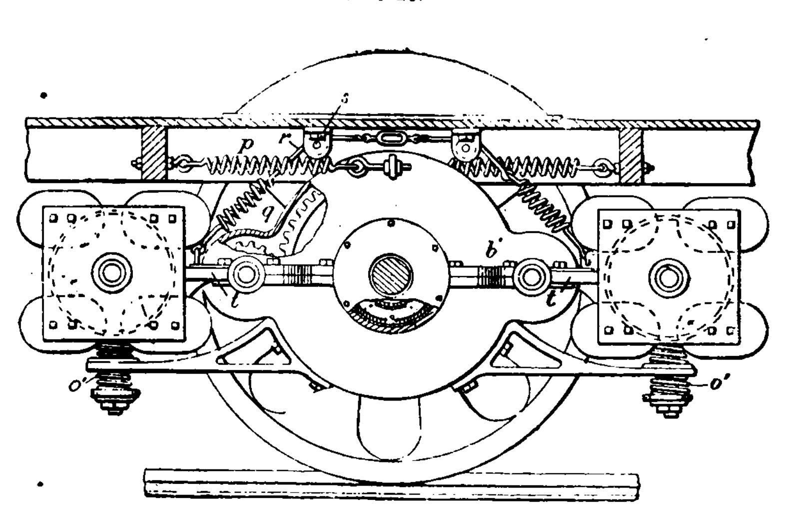
дущимъ колесамъ передается безъ посредства ремней и цѣпей очень прочными и компактно расположенными зубчатыми колесами. Очевидно, при такой передачѣ происходили бы сильные удары и сотрясенія, если бы двигатель не былъ снабженъ упомянутыми гибкими крѣпленіями: съ одной стороны онъ сдѣланъ поворотнымъ около оси, а съ другой, обращенной къ читателю, поддерживается компрессоромъ, состоящимъ изъ двухъ пружинъ, которыя одѣты на свободно проходящій чрезъ проушину двигателя болтъ, прикрѣпленный внизу къ корпусу вагона. Для полученія возможно большаго сцѣпленія съ рельсами, въ каждомъ вагонѣ

Въ нашемъ журналѣ уже нѣсколько разъ приходилось говорить о распространенной въ Америкѣ системѣ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ компаніи *Спарга*. Приводимъ здѣсь нѣсколько рисунковъ линій и вагоновъ этой компаніи, дающихъ понятіе о наружномъ видѣ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. На этихъ рисункахъ можно видѣть, что примѣненіе воздушныхъ проводовъ не сообщаетъ этимъ сооруженіямъ непріятной для глазъ внѣшности, какъ думаютъ нѣкоторые.

На фиг. 19 представлена Броктонская линія (въ шт. Массач.). На полотнѣ стоятъ нѣсколько вагоновъ, которые го-




Фиг. 16.




Фиг. 17.

устанавливаютъ два двигателя, по одному на каждой оси.

Подобное же подвѣшиваніе двигателей находимъ и въ вагонѣ *Салисбюри*, какъ представлено на фиг. 16 и 17. Здѣсь два электро-двигателя расположены симметрично съ обѣихъ сторонъ ведущей оси *a*, вращеніе которой они передаютъ чрезъ посредство зубчатыхъ колесъ; оси послѣднихъ *v* поддерживаются свободно одѣтой на ось рамой *b'*. Положеніе этой рамы на ведущей оси регулируется особыми пружинами *p* и наклонными пружинами *q*, скрѣпленными веревкой *r*, направляемой роликами *ss*. Динамо-машины поддерживаются рамами *tt*, которыя связаны съ рамой *b'* пружинами *o'o'* и могутъ также вращаться около осей *v*.

товы одновременно двинуться въ путь. Дѣйствительно опыты показали, что по линіи одновременно можетъ двигаться нѣсколько вагоновъ, даже когда они находятся на концѣ линіи.

Фиг. 20 представляетъ электрическую желѣзную дорогу въ Гартфордѣ. Какъ видимъ, провода здѣсь довольно тонкіе и потому мало бросаются въ глаза.

На фиг. 23 показанъ ординарный рядъ поддержекъ для провода, принадлежащій первой изъ упомянутыхъ дорогъ. Рабочій проводъ укрѣпленъ на длинныхъ, идущихъ отъ столбовъ поддержкахъ. Параллельно ему расположенъ главный проводъ на изоляторахъ у столбовъ. Размѣры перваго со-

Фиг 18.

Фиг. 19.

размѣряются съ числомъ вагоновъ и разстояніемъ между столбами. Система боковыхъ поддержекъ представляетъ собой легкое и красивое по внѣшности сооруженіе, которое бываетъ особенно удобно въ тѣхъ случаяхъ, когда линія пролегаетъ по улицѣ сбоку.

Главныя расположенія цѣпей, какія обыкновенно примѣняются при желѣзныхъ дорогахъ съ воздушными проводами, показаны на прилагаемыхъ схемахъ.

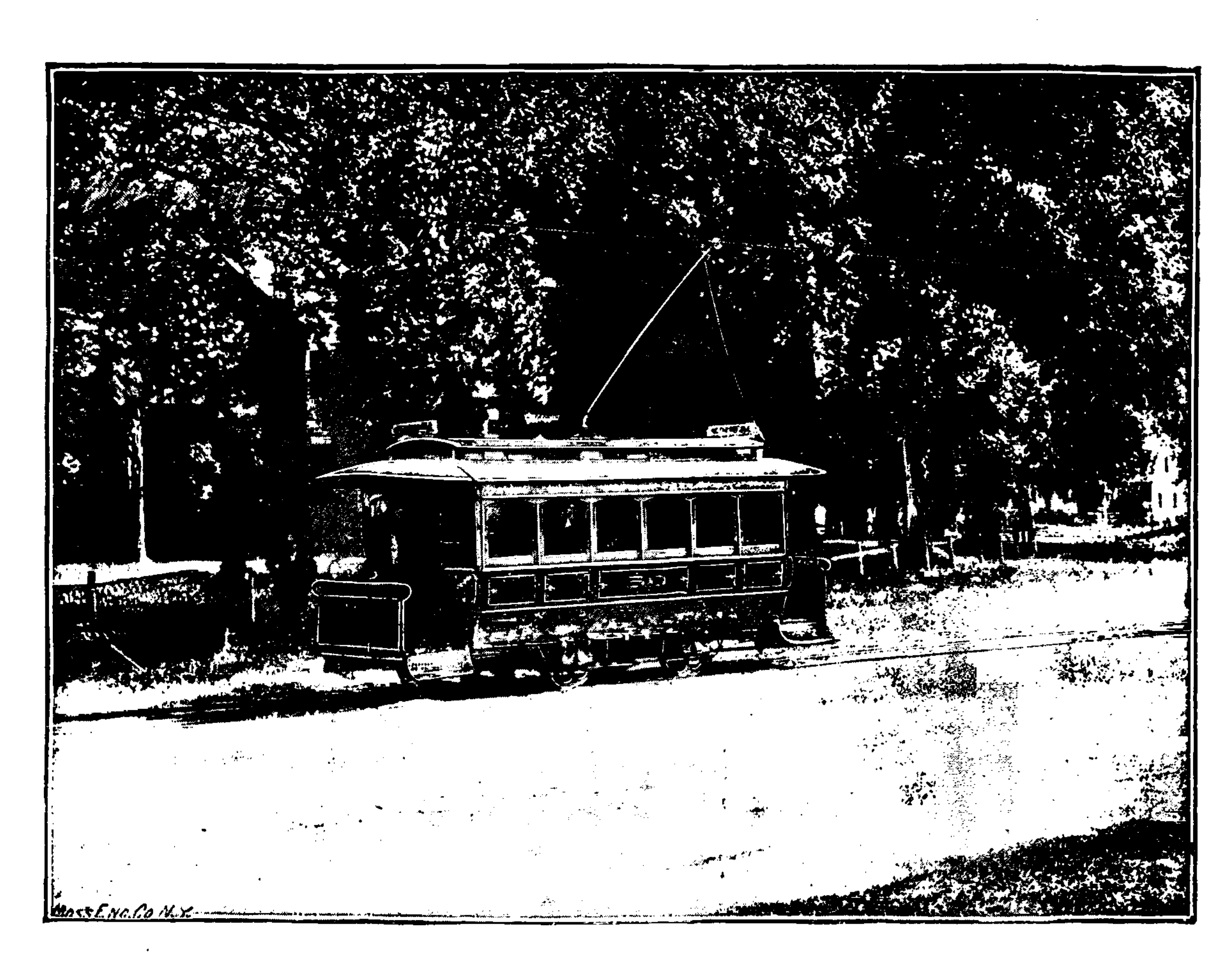
На фиг. 21, I одиночный воздушный проводъ *DF* соединенъ съ генераторной станціей проволоками *AB* и *AC*; обратнымъ проводомъ служитъ земля (или рельсы). Пріемники вагоновъ показаны въ *1*, *2* и *3*. Перерывъ одной изъ проволокъ *AB* или *AC* не прекращаетъ движенія по линіи, если только оборванная проволока не коснулась земли и не образовала короткой вѣтви передъ генераторной станціей; въ этомъ случаѣ, для устраненія повреждения динамо-машинъ, автоматическій прерыватель производитъ перерывъ цѣпи. Тоже самое произойдетъ и въ томъ случаѣ, если на линію упадетъ воздушный проводъ.

На фиг. 21, II представлено расположеніе, похожее на предыдущее, только здѣсь токъ изъ воздушнаго кабеля распредѣляется въ вагоны очень равномѣрно при посредствѣ параллельнаго провода, по которому катятся контактные ролики этихъ вагоновъ. Въ случаѣ разрыва проводовъ произойдетъ то же, что и въ предыдущемъ случаѣ.

Фиг. 21, III представляетъ случай полной металлической цѣпи, т. е. когда устраиваютъ два воздушныхъ провода. Разрывъ одного изъ распредѣлительныхъ проводовъ *CD*... нисколько не нарушаетъ работу линіи. Если обоихъ воздушныхъ проводовъ сразу коснется какая-нибудь посторонняя проволока, напримѣръ телефонная, то въ нее попадетъ токъ, который сожжетъ введенные въ эту проволоку приборы. Въ случаѣ соприкосновенія проволоки съ однимъ изъ проводовъ ничего не произойдетъ, если только линія хорошо изолирована.

На фиг. 21, IV представлено послѣдовательное расположеніе. Всякій разрывъ провода прерываетъ цѣпь. Паденіе посторонней проволоки на проводъ не произведетъ ничего, а если эта проволока коснется двухъ сосѣднихъ проводовъ сразу, то вагонъ остановится, какъ только онъ вступитъ въ ту секцію, гдѣ произошло соприкасаніе; при этомъ введенные въ эту проволоку приборы могутъ быть сожжены.

Слѣдующая интересная система предложена недавно *Голройдомъ Смитомъ*: Вдоль линіи устраиваютъ главный проводъ *M* (фиг. 22), коммутаціонный *N* и контактную полосу *AB*, раздѣленную на секціи; по послѣднимъ скользятъ контакты вагона *7*, и *8*,. Въ томъ положеніи, какое представлено на рисункѣ, вагонъ *5*, двигаясь по направленію стрѣлки, переходитъ отъ секціи *A* къ *B* и контактъ 7,, скользя къ секціи *B* отъ *N*, пропускаетъ въ электро-магнитъ *b* коммутатора № 3 токъ, причемъ якорь *9* притягивается и главный проводъ *M* приходитъ въ сообщеніе съ *B*. Тогда токъ изъ *M* проходитъ по *9*, *B*, *8*,, *8* въ электро-двигатель *6* вагона и оттуда въ землю по рельсу *R*. Одновременно съ этимъ токъ, проходя также по *7*, и электро-магниту *b'* коммутатора № 2, оставляетъ разомкнутою цѣпь секціи *A* въ *10—11*, пока вагонъ находится въ секціи *B*.

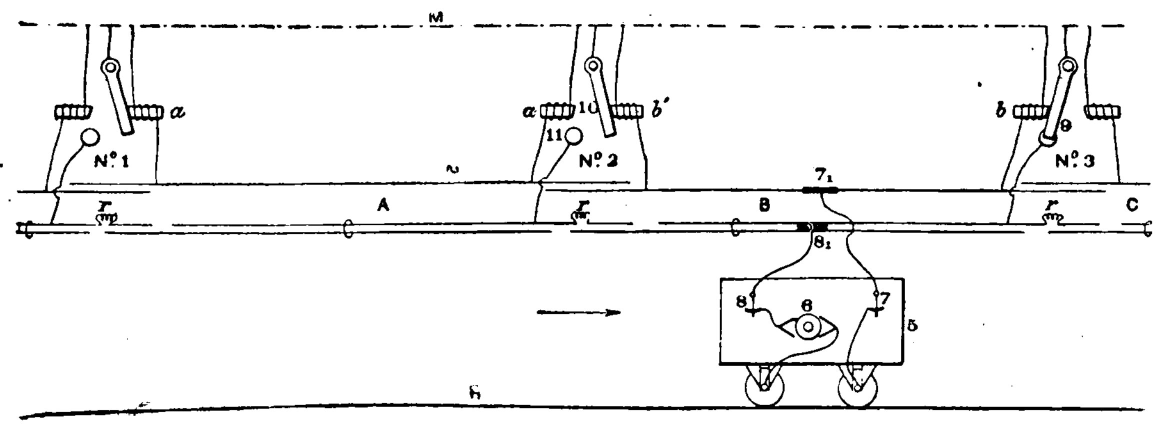


Фиг. 20.

Чтобы избѣжать искръ при переходѣ контактовъ *7*, и *8*, съ одной секціи на другую, между ними расположены сопротивленія *r, r,*...

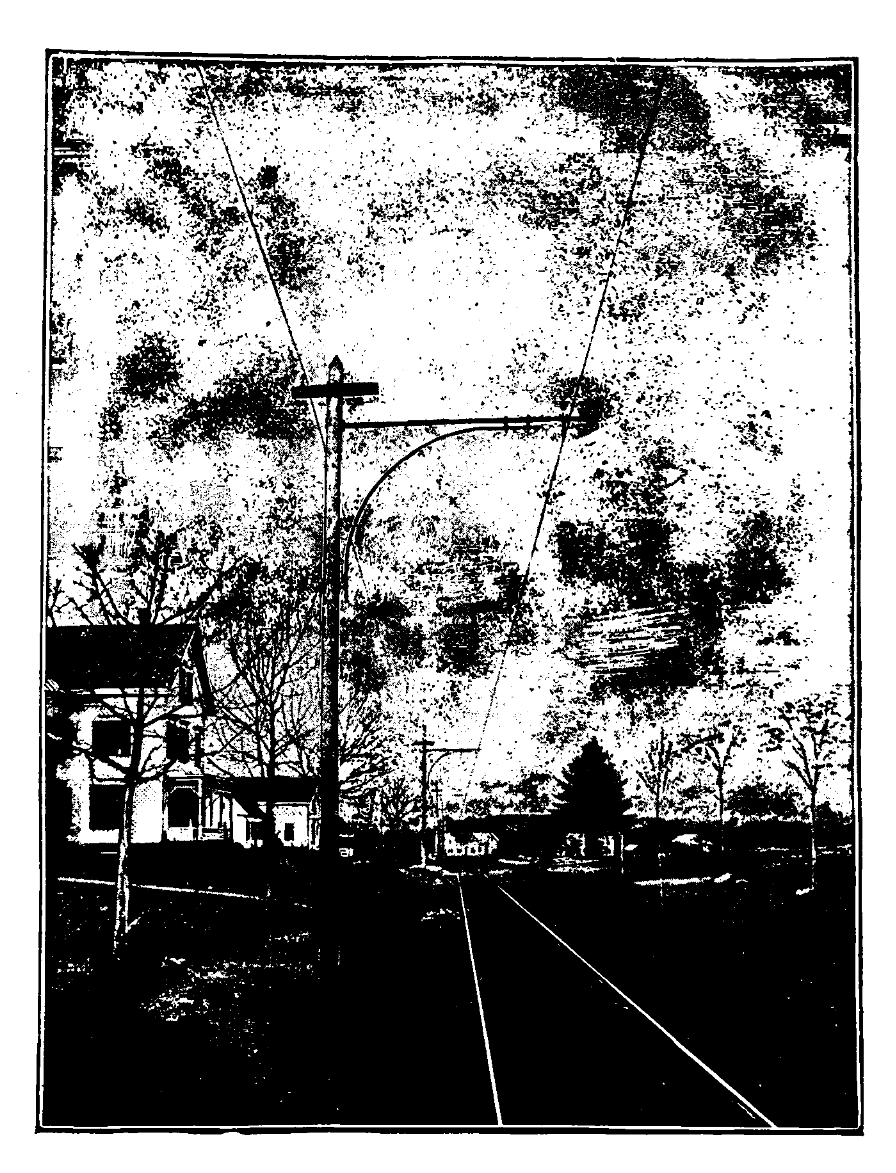
Прерванныя соединенія у секцій *ABC*.. расположены такъ относительно перерывовъ у *N*, что коммутаціи предшествуютъ вступленію контакта *8*, на соотвѣтствующія секціи, вслѣдствіе чего токъ въ вагонѣ никогда не прерывается.

Фиг. 21.




Фиг. 22.

Нормальное положеніе якорей коммутаторовъ показано на схемѣ въ № 1 и № 2, такъ что токъ проходитъ въ секціи *AB*... только при прохожденіи вагона, чѣмъ уменьшаются до минимума потери системы. *Д. Г.*



Фиг. 23.

# Типъ центральной станціи для распредѣленія электрической энергіи въ маленькомъ городѣ.

Нѣтъ ни одной системы распредѣленія, которую бы можно было подвергать такимъ многочисленнымъ измѣненіямъ, какъ распредѣленіе электрической энергіи; можно даже сказать, что не существуетъ двухъ центральныхъ станцій, устроенныхъ совершенно одинаковымъ способомъ и дѣйствующихъ одинаково при тѣхъ же условіяхъ. Не смотря, на это во многихъ случаяхъ нѣкоторые общіе типы могутъ служить если не полнымъ образцомъ, то по крайней мѣрѣ руководствомъ, и одинъ изъ такихъ типовъ мы предполагаемъ описать здѣсь въ безпристрастной формѣ, взявъ въ видѣ примѣра маленькій городъ, для котораго требуется установка въ 2.000—3.000 лампъ, распредѣленныхъ на радіусѣ въ 500—600 метровъ вокругъ центральной станціи.

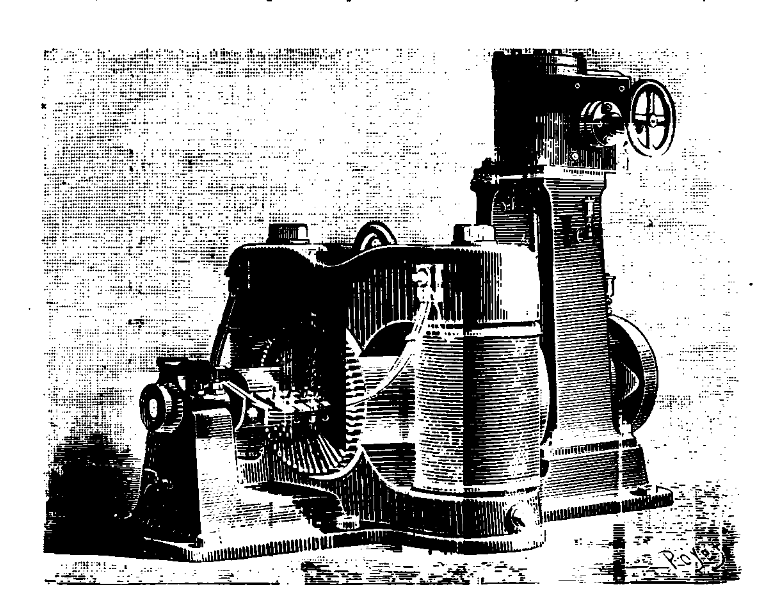
Первый вопросъ, представляющійся при этихъ условіяхъ—выборъ системы; ясно, что здѣсь неумѣстно прибѣгать къ высокимъ напряженіямъ и, слѣдовательно, къ перемѣннымъ токамъ. Предпочтутъ распредѣленіе при низкомъ напряженіи и постоянномъ токѣ; но такъ какъ разстояніе довольно велико, то будетъ выгодно примѣнить трехпроводную систему, которая даетъ возможность достичь значительной экономіи въ канализаціи и устраивать запасъ, равный только трети наибольшей мощности, какую приходится распредѣлять, тогда какъ, если бы распредѣленіе было только по двумъ проводамъ, то этотъ запасъ пришлось бы дѣлать равнымъ половинѣ наибольшей мощности.

Центральная станція, которая по нашему предположенію будетъ работать при посредствѣ паровыхъ двигателей (такъ какъ гидравлическими движущими силами въ городахъ можно располагать только въ видѣ исключенія), будетъ заключать три котла; одного изъ этихъ котловъ достаточно для обезпеченія дневнаго или малаго дѣйствія и двухъ—для большаго, а третій образуетъ запасъ, чтобы можно было періодически чистить котлы, не останавливая дѣйствія установки.

Эти котлы будутъ доставлять паръ такому же числу двигателей, соединенныхъ непосредственно съ динамо-машинами, безъ всякихъ промежуточныхъ передачъ и даже безъ ремней.

Такое расположенiе, неизвѣстное нѣсколько лѣтъ тому назадъ, сдѣлалось теперь совершенно практичнымъ, благодаря, съ одной стороны, усовершенствованiямъ паровыхъ машинъ, которыя могутъ правильно вращаться при 300 и даже 350 оборотахъ въ минуту, и съ другой—усовершенствованiямъ динамо-машинъ, скорость которыхъ можно было постепенно понизить до той же величины. Ясно, что быстроходные двигатели, работающiе безъ охлажденiя пара, расходуютъ послѣдняго, относительно, больше двигателей съ охлажденiемъ и съ меньшей угловой скоростью; но въ случаѣ небольшой установки этотъ недостатокъ въ значительной степени выкупается экономiей въ снаряженiи и потеряхъ отъ ремней, которыя достигаютъ и часто превосходятъ 15% передаваемой мощности.

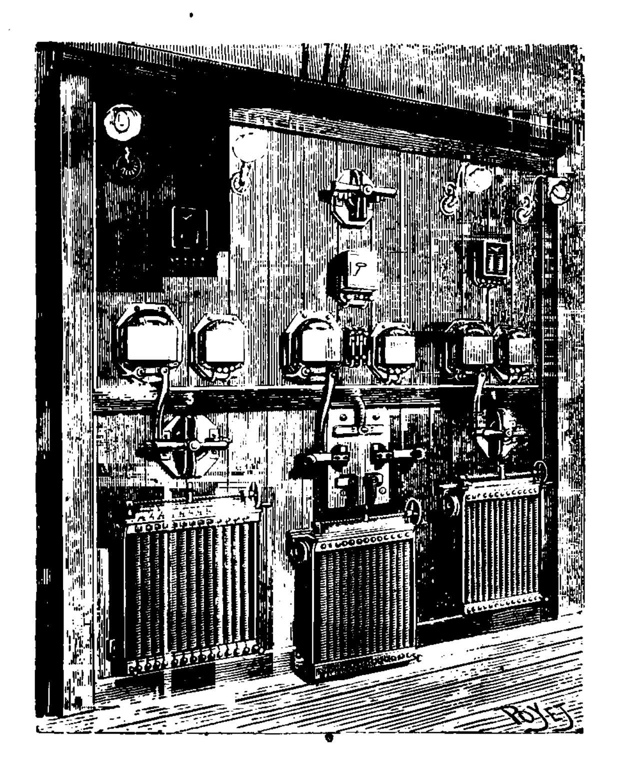
Въ видѣ примѣра, мы выбрали способы устройства, примѣняемые въ Ерликонскихъ мастерскихъ и образующiе хорошо изученное и особенно наглядное цѣлое, хотя и многiя другiя фирмы установили типы центральныхъ станцiй, одинаковые съ этими въ общихъ чертахъ.



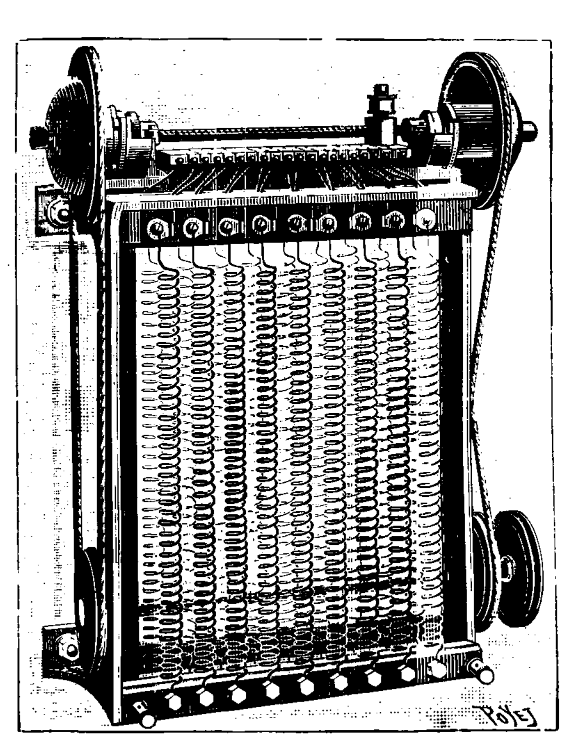
Фиг. 24.



Фиг. 25.



Фиг. 26.



Фиг. 27.

Фиг. 24 представляетъ паровой двигатель типа, называемаго **Пилонъ**, который соединенъ непосредственно съ шунтъ-динамо-машиной постояннаго тока системы Броу-

на. Здѣсь, вѣроятно, было бы неумѣстно прибѣгать къ динамо-машинѣ компоундъ, при которой для полученія хорошихъ результатовъ требуется постоянная угловая скорость. У этой динамо-машины индукторы типа «Манчестеръ», а якорь составленъ изъ ряда дисковъ изъ листоваго желѣза, съ отверстіями у самой окружности, въ которыя продѣты мѣдныя изолированныя проволоки, образующія обмотку на подобіе кольца Грамма.

Проводы, идущіе отъ динамо-машинъ, сходятся къ распредѣлительной доскѣ, представленной на фиг. 26. На этой доскѣ расположены амметры и вольтметры, показывающіе дѣйствіе каждой изъ машинъ, пробныя лампы для каждой изъ цѣпей, коммутаторы, которые даютъ возможность вводить въ каждую изъ цѣпей или машину, какая обыкновенно должна быть тамъ, или запасную машину. Внизу доски установлены три реостата для намагничиванія, соединеные съ каждою изъ динамо-машинъ. На доскѣ, изображенной на фиг. 26, реостатами дѣйствуютъ въ ручную, при помощи маленькаго маховика, помѣщеннаго съ правой стороны реостатата.

Лицо, наблюдающее за двигателями и динамо-машинами, наблюдаетъ также и за распредѣлительной доской и дѣйствуетъ реостатами согласно указаніямъ вольтметровъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ постоянная разность потенціаловъ при выходѣ изъ станціи поддерживается автоматическимъ приборомъ, состоящимъ изъ двухъ различныхъ частей релэ и автоматическаго реостата. Релэ (фиг. 25) представляетъ собой простой электро-магнитъ съ двумя отростками, обмотанными очень тонкой проволокой, которая введена въ отвѣтвленіе между выходными борнами двухъ проводовъ, идущихъ отъ машины. Между двумя отростками электромагнита качается якорь изъ мягкаго желѣза около горизонтальной оси, къ которой онъ прикрѣпленъ вмѣстѣ съ длиннымъ и твердымъ указателемъ; ходъ послѣдняго ограниченъ двумя штифтами, расположенными въ нижней части релэ. Когда разность потенціаловъ бываетъ нормальная, то электро-магнитное дѣйствіе уравновѣшивается противодѣйствующей пружиной, натяженіе которой можно измѣнять при помощи регулирующаго винта. Если разность потенціаловъ увеличилась или уменшилась по какой-нибудь причинѣ (отъ возрастанія угловой скорости машины, потуханія лампъ и проч.), то электро-магнитное дѣйствіе пересиливаетъ и рычагъ у релэ приходитъ въ соприкосновеніе съ однимъ изъ своихъ штифтовъ, на фиг. 25 съ лѣвымъ. Если разность потенціаловъ уменьшается, то дѣлается преобладающимъ дѣйствіе пружины и устанавливается контактъ съ правымъ штифтомъ. Эти-то электрическіе контакты и управляютъ дѣйствіемъ автоматическаго реостата (фиг. 27). Кромѣ обыкновенныхъ сопротивленій изъ мельхіоровой проволоки и пластинокъ, къ которымъ прилегаетъ скользящій контактъ, у этого реостата имѣется механическая передача веревками, которыя сообщаютъ двумъ верхнимъ шкивамъ вращательныя движенія въ обратныхъ направленіяхъ. Смотря по тому, устанавливаетъ ли релэ контактъ направо или налѣво, токъ проходитъ соотвѣтственно въ правую или лѣвую часть релэ. Этотъ токъ намагничиваетъ электро-магнитъ, который сочленяетъ ось, снабженную винтовой нарѣзкой и проходящую чрезъ трущійся контактъ, съ тѣмъ или другимъ изъ шкивовъ и заставляетъ контактъ двигаться въ томъ или другомъ направленіи. Перемѣщеніе контакта вводитъ или выводитъ сопротивленіе изъ намагничивающей цѣпи динамо-машины. Операція продолжается до тѣхъ поръ, пока потенціалъ не сдѣлается нормальнымъ, т. е. пока указатель релэ не станетъ между обоими штифтами, не прикасаясь ни къ тому, ни къ другому. При такомъ устройствѣ наблюдающему приходится заниматься только машинами и поддерживать у нихъ постоянную угловую скорость.

Въ нѣкоторыхъ установкахъ (и доска на фиг. 26 представляетъ примѣръ этого) автоматическіе реостаты исключены и релэ служатъ просто для предупрежденія наблюдающаго, что потенціалъ слишкомъ высокъ или слишкомъ низокъ, зажигая ту или другую изъ сигнальныхъ лампъ, расположенныхъ на доскѣ. Лѣвая лампа краснаго цвѣта будетъ показывать, что потенціалъ слишкомъ высокъ, а правая лампа зеленаго цвѣта, что потенціалъ слишкомъ низокъ. Совокупности этихъ приспособленій, относительно которыхъ мы ограничиваемся указаніемъ ихъ принципа, достаточно для обезпеченія дѣйствія центральной станціи средней величины для распредѣленія электрической энергіи, если приборы для утилизированія энергіи расположены на разстояніяхъ не выше предѣловъ, указанныхъ въ началѣ этой статьи. Для большихъ городовъ и при большихъ разстояніяхъ приходится прибѣгать къ болѣе сложнымъ приспособленіямъ, изученіемъ и усовершенствованіемъ которыхъ постоянно занимаются много электротехниковъ.

(La Nature) *Госпиталье.*

---

# Докладъ профессора Роити (Roiti) объ электрическомъ освѣщеніи города Рима.

Эта установка перемѣннаго тока, съ трансформаторами гг. Циперновскаго, Дери и Блати. Она устроена Буда-Пештской фирмой Ганцъ и К°. Техническою частью завѣдуетъ профессоръ *Менгарини.*

Электрическое давленіе на борнахъ динамо-машинъ = приблизительно 2000 вольтовъ; на зажимахъ вторичныхъ обмотокъ трансформаторовъ—разъ въ 18 меньше.

Въ настоящее время работаютъ двѣ динамо-машины въ 150 паровыхъ лошадей каждая, одна динамо-машина въ 50 паровыхъ лошадей и двѣ въ 600 паровыхъ лошадей каждая.

Всѣ эти динамо-машины, кромѣ 50-сильной, которая получаетъ движеніе отъ своего двигателя (газоваго двигателя Отто) посредствомъ ременной передачи, соединены съ своими паровыми двигателями *непосредственно*, безъ трансмиссій. Однѣ изъ этихъ машинъ дѣлаютъ 250 оборотовъ въ минуту, другія 125; но число перемѣнъ тока въ каждой = 5.000 въ минуту; число же періодовъ равно, слѣдовательно, 2.500 въ минуту.

Изъ центральной станціи въ разныхъ направленіяхъ идутъ пары магистралей, въ которыхъ въ видѣ отвѣтвленій помѣщены первичныя обмотки различныхъ трансформаторовъ. Эти магистрали построены изъ концентрическихъ проводовъ фирмы Сименсъ и Гальске (Patent Blei Kabel); онѣ расположены подъ землей въ деревянныхъ ящикахъ, наполненныхъ цементомъ, и проходятъ по главнымъ улицамъ города.

Самый дальній освѣщаемый пунктъ отстоитъ на 5 километровъ отъ центральной станціи.

На зажимахъ первичныхъ обмотокъ всѣхъ трансформаторовъ было бы совершенно одинаковое электрическое давленіе и притомъ, равное давленію на борнахъ электрическаго источника, еслибъ сопротивленіе проводовъ-магистралей было = 0. Но такъ какъ этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ, то давленіе на зажимахъ первичныхъ обмотокъ различныхъ трансформаторовъ должно бы было—еслибъ не принять соотвѣтствующихъ мѣръ—быть тѣмъ меньше, чѣмъ дальше данный трансформаторъ отстоитъ отъ центральной станціи. Кромѣ того, если удерживать электрическое давленіе на зажимахъ первичной обмотки одного какого-нибудь трансформатора, то въ другихъ трансформаторахъ это давленіе измѣнялось бы, въ зависимости отъ измѣненія силы тока въ магистраляхъ. А вѣдь для того, чтобъ электрическое давленіе на первичныхъ зажимахъ *) даннаго трансформатора оставалось постояннымъ въ различныхъ условіяхъ, т. е. при различномъ числѣ лампъ, включенныхъ въ его вторичную обмотку, необходимо, чтобъ сила тока въ магистраляхъ *соотвѣтственно измѣнялась*. Если, напр. на первичныхъ зажимахъ трансформатора $T_2$ электрическое давленіе удерживается постояннымъ и равнымъ напр. $P$, то на первичныхъ зажимахъ трансформатора $T_1$ болѣе близкаго къ электрическому источнику, давленіе будетъ больше *на произведеніе силы тока въ магистраляхъ*, умноженной на сопротивленіе частей (обѣихъ) магистралей между $T_1$ и $T_2$, т. е.—называя эту силу тока $I$, а сопротивленіе только что названныхъ частей $R$ — давленіе на

*) Мы говоримъ для краткости: «*первичные зажимы*» вмѣсто: «*зажимы первичной обмотки*».

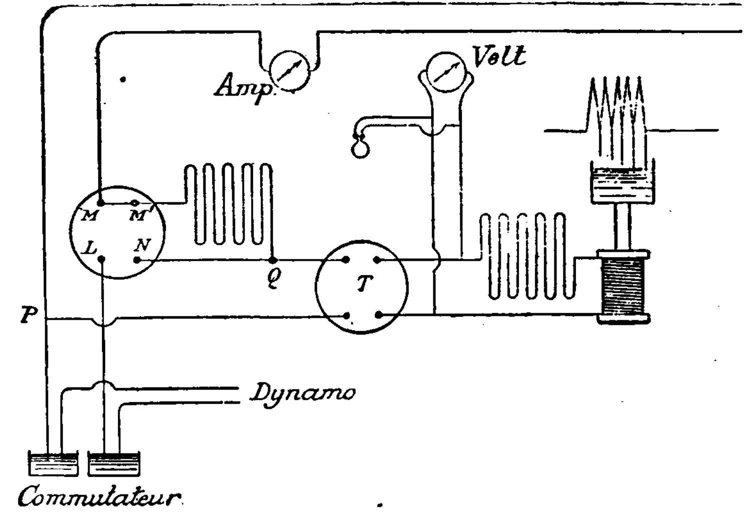
первичныхъ зажимахъ трансформатора $T_1$ будетъ $=P+IR$.

Такъ что, чѣмъ больше лампъ горитъ во вторичной обмоткѣ $T_2$ и чѣмъ больше, слѣдовательно, $I$, тѣмъ больше возрастаетъ—при томъ же $P$—давленіе на первичныхъ зажимахъ $T_1$. Точно также мы увидѣли бы, что для какого-нибудь другаго трансформатора $T_3$, *болѣе удаленнаго* отъ центральной станціи чѣмъ $T_2$, давленіе будетъ $=P-IR'$, гдѣ $R'$ обозначаетъ сопротивленіе частей обѣихъ магистралей между $T_2$ и $T_3$, и – при постоянномъ $P$—*это* давленіе *будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ $I$ больше*.

Слѣдовало, значитъ, придумать такое устройство, которое, если не совершенно исключало бы указанныя колебанія давленія на первичныхъ зажимахъ различныхъ трансформаторовъ, то, по крайней мѣрѣ, удерживало бы ихъ въ предѣлахъ настолько тѣсныхъ, чтобъ освѣщеніе отъ этого не теряло въ правильности, постоянствѣ свѣта и т. д.

Можно было бы достичь того, чтобъ электрическія давленія на первичныхъ зажимахъ всѣхъ трансформаторовъ были всегда всѣ равны между собой и, слѣдовательно, при удерживаніи постоянства давленія на первичныхъ зажимахъ какого-нибудь *одного* трансформатора и давленія на первичныхъ зажимахъ *всѣхъ* трансформаторовъ *оставались бы постоянными;* этого можно было бы достичь, говоримъ мы, посредствомъ особаго устройства, изобрѣтеннаго инженерами фирмы Ганцъ и К°. Это устройство состоитъ въ томъ, что въ отвѣтвленіе, содержащее какой нибудь трансформаторъ $T$ или, правильнѣе, первичную обмотку какого-нибудь трансформатора $T$, вводятъ добавочную электровозбудительную силу, и притомъ такую, которая измѣняется *пропорціонально* силѣ тока въ магистраляхъ и всегда равна произведенію изъ этой силы тока на сопротивленіе частей обѣихъ магистралей между даннымъ трансформаторомъ $T$ и тѣмъ трансформаторомъ $T_2$, на первичныхъ зажимахъ котораго давленіе поддерживается постояннымъ; притомъ эта добавочная электровозбудительная сила *содѣйствуетъ* разности потенціаловъ, имѣющей мѣсто въ тѣхъ пунктахъ магистралей, на которыхъ отвѣтвлены первичныя обмотки трансформаторовъ, отстоящихъ отъ центральныхъ станцій *дальше чѣмъ* $T_2$, и наоборотъ *противодѣйствуетъ*—въ тѣхъ отвѣтвленіяхъ, на которыхъ введены первичныя обмотки *болѣе близкихъ* къ центральной станціи трансформаторовъ. Эта добавочная электровозбудительная сила доставляется особымъ вспомогательнымъ трансформаторомъ, называемымъ «*уравнителемъ*».

Все устройство изображено схематически на фиг. 28. Данный трансформаторъ $T$ *), подлежащій регулированію, не отвѣтвляется *непосредственно* на парѣ магистралей, а поступаютъ такъ: въ одну изъ магистралей данной пары включаютъ первичную обмотку $LM$ *уравнителя*, такъ что по этой первичной обмоткѣ пробѣгаетъ токъ силы $I$, вообще измѣняющейся. Вторичная же обмотка $M'N$ уравнителя, которой одинъ зажимъ $M'$ соединенъ съ однимъ зажимомъ $M$ *первичной обмотки*, замкнута на нѣкоторое сопротивленіе $r$, черезъ которое и будетъ идти токъ силы $i$ *пропорціональной* $I$. Одинъ зажимъ первичной обмотки трансформатора $T$ сообщаются съ одной магистралью, другой же зажимъ съ точкой $Q$ упомянутаго сопротивленія $r$. По этому разность потенціаловъ на первичныхъ зажимахъ $T$ будетъ вмѣсто $E$ — называя черезъ $E$ разность потенціаловъ между $P$ и $M$ — : $E-ri$ или $E+ri$, смотря по расположенію обмотокъ уравнителя, и можно будетъ выбрать $r$ такимъ, чтобъ $\frac{r}{R}$ было $\frac{I}{i}$ и, слѣдовательно, чтобъ $ri$ было $=RI$, чѣмъ, какъ выше сказано, обезпечивается равенство давленія на первичныхъ зажимахъ $T$ и $T_2$.




Фиг. 28.

При описанномъ устройствѣ требовалось бы, разумѣется, столько же *уравнителей*, сколько имѣется рабочихъ трансформаторовъ, но практика показала, что въ этомъ нѣтъ необходимости, потому что нѣтъ нужды въ *математическомъ* равенствѣ и *математическомъ* постоянствѣ *всѣхъ* электрическихъ давленій.

На практикѣ довольствуются тѣмъ, что снабжаютъ уравнителемъ *только одинъ* трансформаторъ, именно первый трансформаторъ данной пары магистралей, который помѣщаютъ на самой центральной станціи и соотвѣтствующій уравнитель устраиваютъ такимъ образомъ и сопротивленіе $r$ дѣлаютъ такой величины, чтобъ только что упомянутый трансформаторъ—назовемъ его опять $T$ — имѣлъ на своихъ первичныхъ зажимахъ то же электрическое давленіе, что и какой-нибудь одинъ изъ рабочихъ трансформаторовъ,--назовемъ его $Tn$.

Первый трансформаторъ, помѣщаемый, какъ мы сказали, на самой центральной станціи (его называютъ: «редукторомъ»), устроенъ такъ, что поглощаетъ очень мало электрической мощности.

Если давленіе на его первичныхъ зажимахъ удерживается постояннымъ, то и давленіе на первичныхъ зажимахъ $Tn$, по сказанному немного выше, будетъ тоже *оставаться постояннымъ*. Какой именно изъ рабочихъ трансформаторовъ выбрать за трансформаторъ $Tn$—это зависитъ отъ разныхъ условій. Иногда за трансформаторъ $Tn$ выбираютъ, такъ сказать, *средній* рабочій трансформаторъ, т. е. тотъ, *передъ* которымъ столько-же трансформаторовъ, сколько *за нимъ;* иногда тотъ, вблизи котораго *много* другихъ трансформаторовъ; иногда тотъ, который снабжаетъ электрической энергіей наиболѣе важный пунктъ.

На первичныхъ обмоткахъ другихъ трансформаторовъ, кромѣ $Tn$, электрическое давленіе, разумѣется, *мѣняется*, но эти измѣненія въ Римской установкѣ никогда и нигдѣ не превосходятъ 4 вольтовъ, что вполнѣ допустимо; такія измѣненія не отражаются чувствительно на яркости лампъ. (Lumière Electrique). X. X. X.

*) Мы просимъ читателя не обращать вниманія на вольтметръ, проводы и соленоиды въ правой части чертежа, а представить себѣ, что вторичная обмотка трансформатора $T$ замкнута просто на лампы.

---

## Скачка на театральной сценѣ при пособіи электричества.

Въ Нью-Іоркѣ, въ Union Square Theatre, была поставлена пьеса («Ярмарка въ деревнѣ»), въ которой изображена настоящая скачка лошадей. Благодаря пособію электричества, употребленному въ дѣло съ замѣчательнымъ искусствомъ главнымъ машинистомъ театра г. Нейль-Бюрглессъ, эта сцена передана такъ натурально, какъ до сихъ

веденными коэффиціентами, вѣрна для свинца въ предѣлахъ отъ 0° до 325°C, то-есть, до температуры его плавленія. Въ расплавленномъ свинцѣ сопротивленіе возрастаетъ вдругъ съ 48,28 микроома, на 48,28×1,95+94,146 микроома, послѣ чего увеличеніе сопротивленія расплавленнаго свинца слѣдуетъ опять нѣкоторому закону, въ зависимости отъ повышенія температуры.

**Задача 58-я.**—Продаются три динамо-машины. Построены онѣ для электрическаго освѣщенія, и съ такимъ разсчетомъ, чтобы разность потенціаловъ у щетокъ въ каждой машинѣ могла достигать 110 вольтовъ. Электро-магниты ихъ находятся въ отвѣтвленіи. Первая динамо-машина, построенная на 1,5 килоуатта полезнаго дѣйствія, продается за 300 руб. Вторая, на 4 килоуатта, продается за 480 р., третья на 75 килоуаттовъ продается за 4.940 рублей. Отъ этихъ динамо-машинъ предполагается жечь 16-ти-свѣчныя лампы каленія, требующія, при 100 вольтахъ, 0,56 ампера каждая; 10 вольтовъ можетъ теряться на провода. Во сколько рублей обходится динамо машина въ первомъ, во второмъ и въ третьемъ случаѣ, на одну 16-ти-свѣчную лампу?

*Рѣшеніе.* =

1 килоуаттъ = 1000 уаттамъ.

Отъ первой машины получаемъ

1500 : 110 = 13,6 .... ампера,

и зажжемъ

13,6 : 0,56 или 24 лампы.

На одну лампу динамо-машина стоитъ,

300 : 24 = 12 рублей 50 копѣекъ.

Отъ второй машины получимъ 36,3 ампера, зажжемъ 64 лампы, и машина обойдется на лампу 7 рублей 50 копѣекъ.

Отъ третьей, большой динамо-машины, получимъ 681,8 ампера, зажжемъ 1235 лампъ, и она обойдется по 4 рубля на лампу.

*Примѣчанія*: *1.* Въ подобной пропорціи уменьшается, съ увеличеніемъ количества устанавливаемыхъ лампъ каленія, и стоимость двигателя на лампу.

*2.* При устройствѣ освѣщенія, съ любой изъ приведенныхъ машинъ, понадобится вольтметръ. Онъ будетъ одинаковъ для машины на 24 лампы и для машины на 1.235 лампъ. Этотъ примѣръ служитъ нагляднымъ доказательствомъ, что не только машины, но и другія принадлежности электрическаго освѣщенія, въ случаѣ, когда количество устанавливаемыхъ лампъ превышаетъ, напримѣръ, 1.000, выйдутъ значительно дешевле на каждую лампу, чѣмъ въ случаѣ, когда количество это менѣе, напримѣръ, сотни лампъ.

*Ч. Скржинскій.*

# Разныя извѣстія.

**Электрическое освѣщеніе въ Царскомъ Селѣ.** «Lumière électrique» сообщаетъ, что въ Царскомъ Селѣ нѣкоторыя зданія будутъ освѣщены электричествомъ при помощи перемѣнныхъ токовъ. Центральная для нихъ станція будетъ доставлять до 50.000 уаттовъ. Между прочимъ, будутъ употреблены воздушные провода и трансформаторы Ганца и К°.

**Электрическое освѣщеніе Аничковскаго дворца.** Производится установка на 5.000 лампъ каленія; здѣсь будутъ установлены три динамо-машины Сименса съ внутренними полюсами постояннаго тока (см. № 8 «Электричество» 1890 г.), соединенныя прямо съ валами трехъ паровыхъ машинъ Крейтона; системы эти будутъ работать при не свыше 150 оборотахъ въ минуту. В. В.

**О повышеніи цѣны на газъ.** С.-Петербургское Общество столичнаго освѣщенія, вслѣдствіе необыкновеннаго возвышенія въ текущемъ году цѣнъ на каменный уголь (около 50%), обусловленнаго чрезвычайными обстоятельствами, вынуждено повысить цѣну на газъ, отпускаемый для газомоторовъ, съ начала наступающаго освѣтительнаго года, то-есть, съ 1-го сего мая, до двухъ рублей за 1.000 кубическихъ футовъ (нынѣ была 1 р. 60 к.). Общество обѣщаетъ понизить эту цѣну при измѣненіи настоящихъ неблагопріятныхъ цѣнъ на каменный уголь.

*В. В.*

**Электрическая вентиляція на кораблѣ.** На военномъ кораблѣ Соединенныхъ Штатовъ «Балтиморѣ» устроенъ электрическій вентиляторъ, подающій не менѣе кубическаго метра воздуха въ секунду. По вычисленію, совершенно достаточно двухъ минутъ для полнаго возобновленія воздуха въ машинномъ помѣщеніи. Вентиляторъ дѣйствуетъ до такой степени безшумно, что, находясь рядомъ съ нимъ, невозможно рѣшить, работаетъ ли онъ или нѣтъ.

(Lum. El.). *В. В.*

**О динамо-машинахъ Фритче.** 20-го мая нов. ст. въ мастерскихъ фирмы Фритче и Пишонъ въ Фюрстенвальдѣ происходило испытаніе дисковой динамо-машины Фритче. Не входя въ подробности этого испытанія, ограничимся только его главными результатами. Испытанная восьми-полюсная динамо-машина съ желѣзнымъ якоремъ была построена для внѣшней работы отъ 110 вольтовъ и 180 амперъ до 160 вольтовъ и 125 амперъ; она разсчитана одновременно на самостоятельную работу на освѣщеніе и на работу съ аккумуляторами. Машина дѣйствовала въ теченіе 3 часовъ при нагрузкѣ въ 112 вольтовъ и 177 амперовъ; число оборотовъ въ началѣ было 180, а въ концѣ 182. Для опредѣленія нагрѣванія машины было измѣрено сопротивленіе якоря и магнитовъ до ея пусканія въ ходъ и тотчасъ послѣ остановки; изъ этихъ измѣреній выяснилось, что послѣ 3-хъ-часовой работы у якоря температура возвысилась до 14,7° Ц., а у магнитовъ до 19° Ц., что должно быть принято за весьма благопріятный результатъ. Относительно отдачи машинъ и другихъ важныхъ данныхъ ничего не сообщается.

(Elektr. Zeit.). *В. В.*

**Электрическія желѣзныя дороги.** «Western Electrician» сообщаетъ, что хорошо извѣстный капиталистъ Макъ Кель помѣстилъ 1.000.000 руб. на предпріятія, относящіяся къ городскимъ электрическимъ желѣзнымъ дорогамъ. Этотъ фактъ служитъ неопровержимымъ доказательствомъ возрастающаго расположенія, какое пріобрѣтаетъ себѣ этотъ родъ передвиженія.

**Новые телеграфные кабели.** — 2-го февраля островъ Гваделупа соединенъ съ Мартиникой кабелемъ, проложеннымъ французской компаніей. Это сообщеніе дополнено особой линіей, соединяющей Мари-Галантъ съ Гваделупой.

Французское правительство ведетъ переговоры объ устройствѣ новаго кабеля между Франціей и Англіей.

Кромѣ того, теперь занимаются разборомъ проекта относительно устройства двухъ новыхъ подводныхъ кабелей: одного—между Марселемъ и Орлеаномъ и другаго между Марселемъ и Тунисомъ. (Rev. Int. de l'él.).

ОШИБКИ ВЪ № 9—10.

На страницѣ 182 верхняя строка въ правомъ столбцѣ, вмѣсто «12.000», слѣдуетъ «1.200».

Въ томъ же столбцѣ въ выноскѣ внизу и во всей статьѣ, вмѣсто слова «*эволюта*», слѣдуетъ быть «*развертка*».

Отвѣтственный редакторъ В. Срезневскій. Специальные редакторы С. Степановъ. В. Чиколевъ.